Niveau(x) d'enseignement: 0 Numéro EDUQ : 8370900
Centre d'intérêt: 070

Luthé, Wolfgang.

Lettres d'information sur les aspects neurofonctionnels et l'éducation. I / par le Dr W. Luthé ; [réd., Centre de développement en environnement scolaire et Commission scolaire de Trois-Rivières]. -- [Saint-David-d'Yamaska] : Le Centre, [1977?].
134 f. : ill. ; 28 cm.

Titre de la couv. Comprend du texte en anglais. Comprend des bibliogr. Dépouillement: Spécialisation hémisphérique: résumé d'une centaine de publications récentes sur le sujet -- De la nécessité d'une éducation bihémisphérique -- Des activités éducatives et de l'hémisphéricité artificielle -- De l'hémisphéricité naturelle -- Remarques sur la déconnection chirurgicale et la déconnection pharmacologique -- De la collaboration interhémisphérique et de l'importance de la concordance fonctionnelle -- Remarques sur la déconnection fonctionnelle -- Illustrations et remarques sur l'entrecroisement des voies visuelles et auditives; Remarques sur l'article de H. Hécaen -- Du mode cognitif et du mouvement des yeux -- De l'éducation bihémisphérique; Colloque à l'Université de Californie.

Cote Dewey: 370.15/L9131 Cote LC: RC/386.2

Descripteur(s): *Psychologie *Développement intellectuel *Développement de la personnalité *Revue de la documentation

Identificateur(s) de sujet: *Cerveau *Hémisphéricité *Bihémisphéricité

L'ouvrage consiste en une compilation de textes et en une revue de la documentation concernant les particularités propres à chacun des hémisphères cérébraux et les applications pédagogiques qui peuvent être déduites de ces particularités. Les dix "lettres d'information" qu'il rassemble n'ont pas connu de suite.

Type de document: r
Auteur de l'analyse: ar

E D U Q 8370900

Lettres d'information sur les aspects neurofonctionnels et l'Education

PAR LE DR. W. LUTHE

TOME I.

CENTRE DE DEVELOPPEMENT EN ENVIRONNEMENT SCOLAIRE

Service de la Recherche
1035, de Lachevrotière
8e étage
Québec. G1R 5A5

UQTR.

E D U Q 9370900

Service de la Recherche
3035, de Lachevrotière
8e étage
Québec. G1R 5A5

TABLE DES MATIERES

LETTRE I	Spécialisation hémisphérique: Résumé d'une centaine de publications récentes sur le sujet.....	1 - 4
LETTRE II	De la nécessité d'une éducation bihémisphérique.....	5 -15
LETTRE III	Des activités éducatives et de l'hémisphéricité artificielle.....	16-32
LETTRE IV	De l'hémisphéricité naturelle.....	33-47
LETTRE V	Remarques sur la déconnection chirurgicale et la déconnection pharmacologique.....	48-64
LETTRE VI	De la collaboration interhémisphérique et de l'importance de la concordance fonctionnelle.....	65-76
LETTRE VII	Remarques sur la déconnection fonctionnelle.....	77-86
LETTRE VIII	Illustrations et remarques sur l'entrecroisement des voies visuelles et auditives. Remarques sur l'article de H. Hécaen.....	87-102
LETTRE IX	Du mode cognitif et du mouvement des yeux.....	103-119
LETTRE X	De l'éducation bihémisphérique. Colloque à l'Université de Californie.....	120-134

Lettre d'information:

ASPECTS NEUROFONCTIONELS ET EDUCATION

No. 1 Septembre, 1975

Spécialisation hémisphérique: Résumé d'informations de recherche de cent publications récentes sous forme de tableau.
(W. Luthé)

Réduction: Centre de Développement en Environnement Scolaire, Université du Québec à Trois-Rivières et Commission Scolaire de Trois-Rivières.

Table 1

Complementary Hemispheric Specialization in Cognitive Modes, Information Processing and Other Process Specific Activities as Characteristic for Well-Lateralized Right-Handers. (Summary of about 100 more recent publications)

Primarily Left Hemispheric	Primarily Right Hemispheric
- more analytic and sequential	- more synthetic and holistic
- analytic linear mode of information processing, syllogistic logic for reasoning, largely propositional+	- holistic gestalt mode of information processing, nonsyllogistic logic, largely appositional (minimal propositionality)+
- verbal (speech, writing, reading, arithmetic) control over language formulation, syntax, verbal memory	- more nonverbal mode of representation (visual, kinesthetic, tactile, auditory) body language
	- limited use of words, low syntactic capability
	- relative facility in verbal constructions that do not have fixed single definitions (i.e., not clearly bounded), but depend on context, and can shift in meaning when seen as parts of a new pattern (e.g, "slips of the tongue", "dream language", metaphors, lyrics, puns).
- emphasis on analytic logical mode of association (convergent thinking) with temporal sequencing (e.g., obtaining solutions through a single causal chain) sequential analysis	- emphasis on nonlinear mode of association (divergent thinking) with multiple simultaneous interaction and relative unconcern for temporal sequencing (e.g., solutions through multiple converging determinants)
- calculations, mathematics	- limited in work with numbers, arithmetic up to ten or exceptionally twenty
- serial processing in search strategies involving letters	- parallel processing in search strategies involving letters

- better in processing of temporal patterns of stimuli
- better in temporal order judgements (e.g, syntax)
- better in fine temporal order judgements, morse code
- limited spatial skills

- response preference to features of usage and semantic similarity
- relying more on language than on imagery
- more involved with linear perception of time, sequence, temporal analysis, time-ordered stimulus sequences
- more concerned with details, inadequate consideration of coherent overall organization
- more "science oriented"
- 'unable to see the forest for the trees' more concerned with analytical details (i.e., focussing on features, abstracting essentials from a field and associating these with verbal symbols)

- better in drawing objects in which a part of the contour is missing
- better in judging size, distance, direction; copying and matching of slanted lines
- better in copying simple shapes;
- better in arranging blocks or sticks to form a required pattern
- better sense of spatial relationship
- better at judging the slant of a line, the position of a dot, the size of a gap
- response preference to structural features
- relying more on imagery than on language
- less involved with time-ordered sequences, better for processing of time-independent stimulus configurations
- less concerned with parts or details, emphasis on overall organization
- more "humanistically oriented"
- much superior in part-whole relations (e.g., grasping the concept of the whole from just a part, overall configurational)
- better in perceiving, manipulating, remembering the spatial relationship of objects
- better in visuo-spatial skills

- poor in tasks involving spatial relations	- functions involving spatial relations (spatial synthesis, recognition of novel shapes, perception of an over-all Gestalt, complex visual forms and spatial tasks) - better in perceiving, remembering complex or fragmentary visual, tactile, auditory stimuli that are difficult to name or to describe verbally
- better in particular aspects of speech perception (i.e., restructuring needed to decode speech)	- some musical functions (timbre recognition, certain musical tasks, lyrics, nonverbal sounds), better recognition and memory of melodies, chords and pitches - better identification of intonation contours (e.g., questions, commands)
- superior reaction time to letters	- better reaction time to faces, inverted numbers, Gothic letters, pattern of stimuli
- better in tasks with familiar stimuli and that are easy to describe or of verbal nature	- better in tasks involving meaningless shapes which are too complex to describe verbally - better block-design test performance - nonverbal image representations with nonsyllogistic logic and violation or ordinary temporal sequencing (e.g., daydreams dreams at night)
- possibly more exteroceptive	- possibly more interoceptive (Bogen,1975)
- possibly "mapping the self as a subset of the world" (Bogen 1975)	- possibly "mapping the world as a subset of the self" (Bogen, 1975)
- greater efficiency in coordinating individual finger movements into sequence	- most probably imagining mechanisms

---

+"The type of cognition proper to the right hemisphere has been called "appositional" (Bogen, 1969), a usage parallel to Jackson's use of the word "propositional" to encompass the left hemisphere's dominance for speaking, writing, calculation, and related tasks. The word "appositional" is thus an abbreviation for: "according to the rules of information processing which we infer to be typical of the right hemispheres of well-lateralized right handers." (Bogen, 1975).

Lettre d'information

ASPECTS NEUROFONCTIONELS ET EDUCATION

No. 2 Septembre, 1975

Spécialisation hémisphérique: La nécessité d'une éducation bi-hémisphérique.
Opinions et recommendations de 10 prominents spécialistes.
(W.Luthé)

Rédaction: Centre de Développement en Environnement Scolaire, Université du Québec à Trois-Rivières et Commission Scolaire de Trois-Rivières.

Robert E. Ornstein, Ph.D. (The Langley Porter Neuropsychiatric Institute. University of California, San Francisco).

"Les activités complémentaires de nos deux modes de pensée ont également contribué à faire de l'être humain ce qu'il est, mais la valeur accordée à l'une ou l'autre de ces deux formes d'intelligence varie considérablement selon les cas. Les sciences et le droit par exemple, glorifient la pensée linéaire et la logique verbale. Les arts, la musique et la religion mettent l'accent sur des notions aconceptuelles de sentiment ou d'intuition. Aussi, le plus souvent, et c'est bien regrettable, pouvons-nous voir les intellectuels dénigrer l'intelligence non verbale, tandis que les mystiques stigmatisent la pensée rationnelle.

Pourtant, une conscience humaine complète devrait inclure les deux modes de pensée, tout comme la journée complète inclut le jour et la nuit.

Le fait de savoir que les deux modes de conscience reposent sur des bases physiologiques aidera peut-être la science et la psychologie à rétablir un juste équilibre. Les dons d'imagination, de prospection et d'intuition propres à l'hémisphère droit doivent être pris en considération. Ils peuvent se révéler essentiels pour notre survie individuelle et culturelle."

Psychologie, 1974, 27-31 (p. 31).

Joseph E. Bogen, M.D. (Department of Neurosurgery at USC School of Medicine, California).

"The notion of two lateralized modes of thought suggests that teaching by either precept or percept affects primarily one or the other hemisphere. Learning of almost any idea is likely to be better if both methods are used. This means that teaching solely by example,... is as open to the charge of one-sidedness as is a college curriculum consisting solely of lecture courses.

Since education is effective only in so far as it affects the working of the brain, we can see that an elementary school program narrowly restricted to reading, writing, and arithmetic will educate mainly one hemisphere, leaving half of an individual's high level potential unschooled." "It means the entire student body is being educated lopsidedly." - "One answer might be that we give equal time to each hemisphere. This is not simply a matter of enrichment, but of saving from neglect, a cognitive potential as important for high-level problem solving as language skills."

"... greater right-hemisphere participation would involve more laboratory and field experience at the expense of lectures and seminars."

Michael S. Gazzaniga, Ph.D. (State University of New York at Stony Brook, New York).

"... a particular child might be able to solve a problem using verbal symbols with greater ease than using visual-spatial ones, while another child might be better off solving the same problem using visual-spatial relations."

"When a child's talents lies in visual-spatial relations and (s)he is being forced into a curriculum that emphasizes the verbal articulatory modes of solving a conceptual problem, this child will encounter enormous frustration and difficulty which may well result in hostility toward the teacher and worse, toward the learning process itself. If the teacher were to be made aware that the child is specialized in visual-spatial skills and the same conceptual problem is introduced, both the discouragement and the subsequent hostility might be avoided if the child is allowed to use his special talents. Conversely, the child with high verbal skills may quite frequently be unable to visualize the spatial aspect of an assigned task; in this case also, far better results could be obtained if (s)he is not forced into academic areas for which (s)he is not naturally equipped." Once these specific capacities have been identified, they will obviously be of great benefit to education: a teacher thus informed will be enormously aided in knowing how best to present materials to her class and obtain speedy comprehension and proficient use of these materials."

UCLA educator, 1975, 17, 2, 24-35.

Arthur R. Jensen, M.D.

"Future solutions will take the form not so much of attempting to minimize differences in scholastic aptitudes and motivation, but of creating a greater diversity of curricula, instructional methods, and educational goals and values that will make it possible for children ranging over a wide spectrum of abilities and proclivities genuinely to benefit from their years in school."

Genetics and education: A second look. New Scientist, 1972, Oct. 12, 96-99.

Sperry, R. W., Ph.D. (Division of Biology, California Institute of Technology, Pasadena, California).

"... there appears to be two modes of thinking, verbal and non-verbal, represented rather separately in left and right hemispheres, respectively and that our educational system, as well as science in general, tends to neglect the non-verbal form of intellect. What it comes down to is that modern society discriminates against the right hemisphere."

In McGuigan, F.J. (Ed.) The psychophysiology of thinking. New York: Academic Press, 1973.

Service de la Recherche
1035, de Lachevrotière
8e étage
Québec. G1R 5A5

Robert D. Nebes, Ph.D. (Department of Psychiatry, Duke
University Medical Center,
Durham, North Carolina).

"We are shortchanging ourselves when we educate only left-sided talents in basic schooling. Perhaps, when people talk about the universe relationship between scholastic achievement and creativity, they are really talking about the effect of overtraining for verbal skills at the expense of nonverbal abilities. Many problems can be solved either by analysis or synthesis; but if people are taught habitually to examine only one approach, their ability to choose the most effective and efficient answer is diminished."

UCLA educator, 1975, 17, 2, 13-16 (p. 16).

Stephen D. Krashen, Ph.D. (English language Institute at Queens College, New York).

" "..."hemisphericity" may play a role in second-language learning... Different approaches to learning may be necessary for each kind, or alternatively, different strategies need to be made available within the same - inevitably heterogenous - classroom."

UCLA educator, 1975, 17, 2, 17-23 (p. 22, 23).

Max R. Rennels, Ed. D. (Department of Art, Illinois State University).

"Beginning in the pre-school and kindergarten classes the child is encouraged to delete sensory/imaginative behaviors in favor of the verbal/numerical skills. Children are asked to sit quietly and absorb the input of linear data... it does not seem logical that to facilitate an increase in verbal and numerical skills the sensory/perceptual skills have to be proportionally decreased. The educational institutions... should be concerned with developing in children equal qualities of cerebral functioning. The question is not whether we should develop either the left or right hemispheres, but rather that educators should concentrate upon the development of neurological symmetry."

Abstracts of research presentations. National Art Education Association Conference, Miami Beach, Florida, April 4-9, 1975.

David Galin, M.D. and Robert E. Ornstein, Ph.D. (Langley Porter Neuropsychiatric Institute of California, San Francisco).

"An individual's preferred cognitive style may facilitate his learning of one type of subject matter, e.g., spatial, relational, and hamper the learning of another type, e.g., verbal analytical. A student's difficulty with one part of a curriculum may arise from his inability to change to the cognitive mode appropriate to the work he is doing."

"... the middle class is likely to use the verbal-analytic mode; the urban poor is more likely to use the spatial-holistic mode. This results in a cultural conflict of cognitive style and may in part explain the difficulties of the urban poor children in the school system oriented toward the middle class. There seems to be a new recognition among educators of the importance of both modes of experiencing the world."

In Widroe, H. (Ed.) Human behavior and brain function. Sprinfield, Illinois: Ch. Thomas, 1974.

Pierre R. Etevenon, M.D. (Unité de Recherche de Neuropsychopharmacologie de l'INSERM, Paris).

"... if right and left faculties of the mind are based upon cerebral hemispheric specificities and are not properly developed or interacting together in an harmonious complementarity, that "the completeness of human reason" will not be attained and processes leading to mental diseases may be developed gradually... when right and left cerebral activities are not properly functioning altogether and when a sort of "diphrenie" occurs, producing tics, barrages, oppositions and ambivalent states."

Conference on "Transformation of Consciousness." Session V: Differential Hemispheric Functions, Montreal, October 24 to 26, 1973.

Lettre d'information

ASPECTS NEUROFONCTIONNELS ET EDUCATION

No. 3 Octobre, 1975

Spécialisation hémisphérique: Activités éducatives et "hémisphéricité artificielle".

Bibliographie. I (no. 1 à 99).

(N.Luthé)

Rédaction: Centre de Développement en Environnement Scolaire, Université du Québec à Trois-Rivières et Commission Scolaire de Trois-Rivières.

Activités éducatives et "hémisphéricité artificielle".

La question "Pourquoi l'éducation d'aujourd'hui est-elle défavorable au point de vue neurofonctionnel ?" invite la présentation et l'explication d'une longue liste de travaux de recherche (voir bibliographie, I-V). Le noyau de ce développement de nos connaissances sur la spécialisation des deux hémisphères de notre cerveau a été le travail d'une équipe de médecins et de psychologues du California Institute of Technology (Los Angeles) qui a commencé autour de 1960 (J.E. Bogen, M.S. Gazzaniga; R.W. Sperry; P.J. Vogel).

D'une manière générale, on peut répondre en premier lieu "parce qu'il y a trop d'insistance sur des activités éducatives qui entraînent les mécanismes de l'hémisphère gauche* et pas assez d'éléments éducatifs pour permettre un développement équilibré des mécanismes de l'hémisphère droit* (voir Tableau 1, Lettre d'Information, No. 1, Sept. 1975). En conséquence il en résulte un déséquilibre fonctionnel."

Cette réponse exige des explications détaillées qui seront fournies au fur et à mesure dans cette série de lettres d'information.

1.00 Hémisphéricité artificielle

Le développement d'un déséquilibre fonctionnel dans notre cerveau doit considérer toutes sortes de facteurs. Comme orientation initiale, quelques remarques sur "l'hémisphéricité artificielle" (i.e., utilisation des mécanismes d'un hémisphère plutôt que ceux de l'autre à cause d'interventions qui empêchent une collaboration naturelle et flexible

---

* pour les droitiers.

des systèmes de chaque hémisphère) au point de vue des activités éducatives.

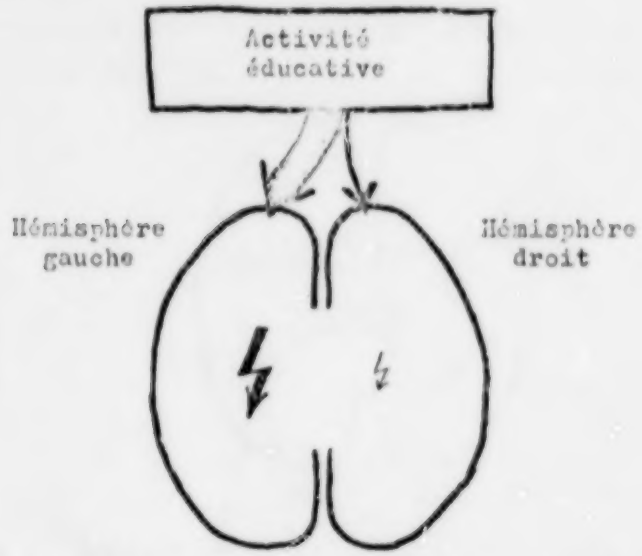


Fig. 1 Hémisphéricité artificielle relative

Si par exemple, l'activité éducative favorise trop souvent l'utilisation de la pensée analytique (i.e., élaboration de l'information par enchaînement linéaire avec insistance sur les détails; "pensée propositionelle" de Bogen, 1969) et néglige l'utilisation de la pensée synthétique (i.e., élaboration de l'information par processus parallèles avec insistance sur les aspects holistiques; "pensée appositionelle" de Bogen, 1969), il en résulte comme effet primaire un déséquilibre d'entraînement de deux modes cognitifs (i.e., surdéveloppement à gauche et sous-développement à droite) ainsi qu'un"effet de supériorité artificielle". Une "supériorité artificielle" comme produite par exemple par une activité éducative inadaptée implique les conséquences et possibilités suivantes:

1.10 Au point de vue fonctionnel

La collaboration interhémisphérique naturelle avec un échange flexible d'informations élaborées par des systèmes spécifiques de chaque hémisphère est (A) inhibée et (B) dominée plus facilement par la "supériorité artificielle" (voir Fig. 2).

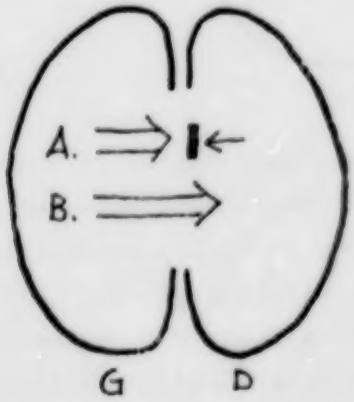


Fig. 2 Inhibition de collaboration interhémisphérique par déséquilibre de développement fonctionnel. Effets de supériorité fonctionnelle: A. Bloquage. B. Dominance fonctionnelle.

Comme conséquence secondaire, la situation fonctionnelle implique que les mécanismes correspondants de l'hémisphère droit ont encore moins de chance d'utiliser et de développer leurs potentiels tels que biologiquement donnés par la constellation génétique.

1.11 La combinaison des effets primaires et secondaires d'une activité éducative inadaptée favorise le développement d'une "infériorité artificielle".

Le développement d'une telle situation fonctionnelle (i.e., "supériorité artificielle" à gauche, "infériorité artificielle" à droite) est en effet la base d'un cercle vicieux qui entrave de plus en plus une collaboration naturelle entre les systèmes spécifiques de chaque hémisphère.

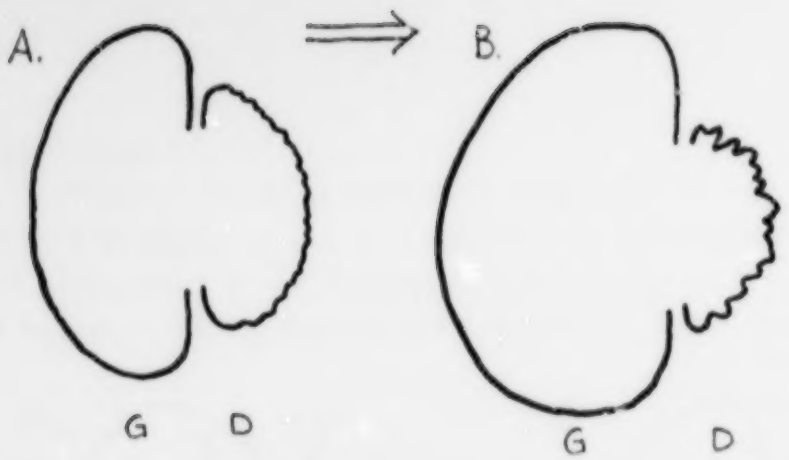


Fig. 3 Effets primaires et secondaires d'une éducation déséquilibrée qui favorise l'entraînement de certaines fonctions de l'hémisphère gauche et néglige celles de l'hémisphère droite. A. Sous-développement fonctionnel de certains systèmes de l'hémisphère droit. B. Sous-développement à droite et sur-développement fonctionnel à gauche.

1.20 Au point de vue pratique

La "supériorité artificielle" des systèmes spécifiques d'un hémisphère peut causer ou contribuer à des réactions maladaptées. Si par exemple une personne confrontée avec une tâche qui demande d'abord le saisi global (i.e., hémisphère droit) pour évaluer adéquatement la signification de certains détails (i.e., hémisphère gauche) s'occupe directement des détails, ceci implique le risque que le préoccupation des détails sans avoir saisi le context peut facilement produire toutes sortes de problèmes et souvent donner dans un contexte global, un travail pas favorablement utilisable au niveau pratique.

Il y a également des personnes qui peuvent fournir un excellent travail au niveau de l'analyse des détails, mais elles sont bloquées au moment où il s'agit de faire la synthèse. Les manifestations d'une "hémisphéricité artificielle" (i.e., "supériorité artificielle" avec ou sans "infériorité artificielle") peuvent être plus marquées pour certains systèmes que pour d'autres.

1.30 Terminologie

Dans le cas où on enlève un hémisphère ou une partie d'un hémisphère (e.g., pour des raisons d'ordre médical), on peut parler d'une "hémisphéricité complète" (voir Fig. 4 A.) ou d'une "hémisphéricité partielle" (voir Fig. 4 B.).

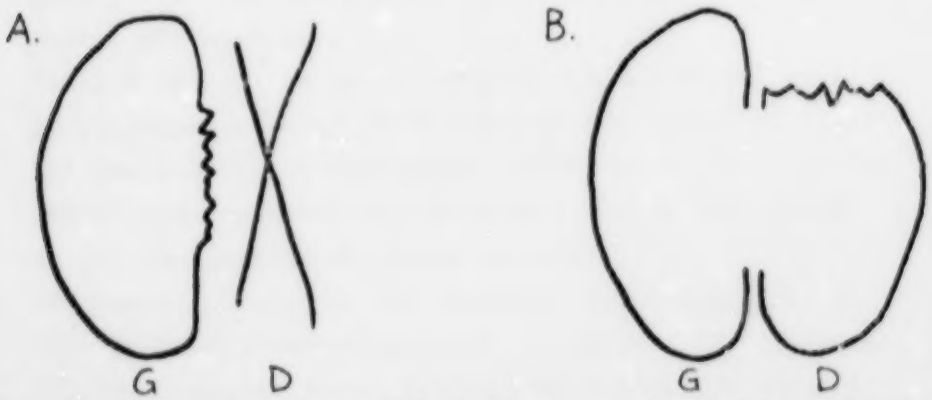


Fig. 4 Hémisphéricité artificielle par intervention chirurgicale. A. Hemisphéricité complète (gauche) par hémisphérectomie à droite. B. Hémisphéricité artificielle partielle (gauche) par lobectomie frontale à droite.

Mais si les deux hémisphères sont organiquement sains et que des bloquages fonctionnels ne permettent pas la transmission d'information entre les systèmes spécifiques de chaque hémisphère, on parle d'une "hémisphéricité artificielle" en ajoutant (si possible) des précisions en ce qui concerne les fonctions (ou systèmes) en question (e.g., "pensée analytique", "pensée synthétique"; "pensée propositionelle", "pensée appositionelle"). Alors, en terminologie technique, on peut dire que les activités éducatives actuelles contribuent activement au développement d'une "hémisphéricité artificielle relative".

1.40 Exemples de recommandations

1.41 Objectif: réajustement des activités éducatives au point de vue d'une stimulation équilibrée des deux modes cognitifs: propositionel (e.g., pensée: convergente, verbale) et appositionel (e.g., pensée: divergente, non verbale).

1.42 Etudier le profile quantitatif du temps utilisé pour la stimulation et le développement des fonctions appositionelles (i.e., hémisphère droit) dans les activités éducatives courantes (a) au niveau d'ages différents, et (b) en fonction de chaque matière.

1.43 Etudier et développer des méthodes d'enseignement qui vont permettre une stimulation équilibrée des fonctions propositionelles (i.e., hémisphère gauche) et appositionelles (i.e., hémisphère droit).

1.44 Développer des programmes de formation complémentaire pour les enseignants afin qu'ils comprennent (a) comment éviter les erreurs d'un enseignement fonctionnellement déséquilibré, et (b) appliquer, réajuster et improviser des activités éducatives qui, par exemple, augmentent la stimulation appositionelle (i.e., entraînement et développement de l'hémisphère droit).

1.45 Etudier des moyens qui aideraient aux parents (et autres) à contribuer pratiquement à un développement fonctionnel équilibré (i.e., adapté à la situation naturelle de notre cerveau).

Bibliographie
(no. 1 à 99)

1. Akelaitis, A.J. Psychological studies following section of the corpus callosum. A preliminary report. American Journal Psychiatry, 1941, 97, 1147-57.

2. Akelaitis, A.J. A study of gnosis, praxis and language following section of the corpus callosum and anterior commissure. Journal of Neurosurgery, 1944, 1, 94-102.

3. Alajouanine, T. Aphasia and artistic realization. Brain, 1948. 71, 229-241.

4. Atkinson, A. & Egeth, H. Right hemisphere superiority in visual orientation matching. Canadian Journal of Psychology, 1972, 27, 152-158.

5. Bakan, P. Hypnotizability, laterality of eye-movements and functional brain asymmetry. Perceptual and Motor Skills, 1969, 28, 927-932.

6. Bakan, P. The eyes have it. Psychology Today, 1971, 11, 64-96.

7. Bakan, P. & Shotland, L. Lateral eye-movements, reading speed, and visual attention. Psychonomic Science, 1969, 15, 93-94.

8. Bartolomeus, B. Effects of task requirements on ear superiority for sung speech. Cortex, 1974, 10, 215-223.

9. Benson, D.F. & Barton, M.I. Disturbances in constructional ability. Cortex, 1970, VI, 19-46.

10. Benton, A.L. The problem of cerebral dominance. The Canadian Psychologist, 1965, 4, 332-347.

11. Benton, A.L. Disorders of spatial orientation. In Vinken, P.J. & Bruyn, G.W. (Eds.) Handbook of clinical neurology.

12. Benton, A.L. & Joynt, R.J. Early description of aphasia. Arch. Neurol., 1960, 3, 205-222.

13. Berlin, C., Hugues, L., Lowe-Bell, S. & Berlin, H. Dichotic right-ear advantage in children 5 to 13. Cortex, 1973, 9, 393-402.

14. Berlucchi, G. Cerebral dominance and interhemispheric communication in normal man. In Schmitt, F.O. and Worden, F.G. (Eds.): The Neurosciences: Third Study Program. Cambridge: MIT Press, 1974.

15. Bever, T.G. & Chiarello, R.J. Cerebral dominance in musicians and non-musicians. Science, 1974, 185, 537-539.

16. Blumstein, S. & Cooper, W. Hemispheric processing of intonation contours. Cortex, 1974, 10, 146-158.

17. Boder, E. Developmental dyslexia: A diagnostic approach based on three atypical reading-spelling patterns. Developmental Medicine and Child Neurology, 1973, 15, 663-687.

18. Bogen, J.E. The other side of the brain. I. Dysgraphia and dyscopia following cerebral commissurotomy. Bulletin of the Los Angeles Neurological Society, 1969, 34, 73-105.

19. Bogen, J.E. The other side of the brain. II. An appositional mind. Bulleting of the Los Angeles Neurological Society, 1969, 34, 135-162.

20. Bogen, J.E. The corpus callosum, the other side of the brain and pharmacologic opportunity. In Smith, W.L. (Ed.): Drugs and cerebral function. Sprinfield, Ill.: Charles C. Thomas, 1970.

21. Bogen, J.E. Hemispheric specificity, complementarity, and self-referential mappings. Proceedings Soc. Neuroscience, 1973, 3, 413.

22. Bogen, J.E. Dysfunction from defacilitation. Archives Neurology, 1975, 32, 421-422.

23. Bogen, J.E. The other side of the brain VII: Some educational aspects of hemispheric specialization. UCLA educator, 1975, 17, 24-32.

24. Bogen, J.E. & Bogen, G.M. The other side of the brain. III. The corpus callosum and creativity. Bulletin of the Los Angeles Neurological Society, 1969, 34, 191-220.

25. Bogen, J.E., DeZure, R., Tenhouten, W.D. & Marsh, J.F. The other side of the brain. IV. The A/P ratio. Bulletin of the Los Angeles Neurological Society, 1972, 37, 49-61.

26. Bogen, J.E., Fisher, E.D. & Vogel, P.J. Cerebral commissurotomy: A second case report. Journal of the American Medical Association, 1965, 194, 1328-1329.

27. Bogen, J.E. & Gazzaniga, M.S. Cerebral commissurotomy in man. Minor hemisphere dominance for certain visuospatial functions. Journal of Neurosurgery, 1965, 23, 394-399.

28. Bogen, J.E. & Gordon, H.W. Musical tests for functional lateralization with intracarotid amobarbital. Nature, 1971, 230, 524-525.

29. Bogen, J.E., Sperry, R.W. & Vogel, P.J. Commissural section and the propagation of seizures. In Jasper, H.H., Ward, A.A. & Pope, A. (Eds.): Basic mechanisms of the epilepsies. Boston: Little, Brown & Co., 1969.

30. Bogen, J.E., Suzuki, N. & Campbell, B. Paw contact placing in the hypothalamic cat given caffeine. Journal of Neurobiology, 1975, 6, 125-127.

31. Bogen, J.E. & Vogel, P.J. Cerebral commissurotomy in man. Preliminary case report. Bulletin of the Los Angeles Neurological Society, 1962, 27, 169-172.

32. Bogen, J.E. & Vogel, P.J. Treatment of generalized seizures by cerebral commissurotomy. Surg. Forum., 1963, 14, 431-433.

33. Boll, T.J. Right and left cerebral hemisphere damage and tactile perception. Performance of the ipsilateral and contralateral sides of the body. Neuropsychologia, 1974, 12, 235-238.

34. Botez, M.I. & Crighel, E. Partial disconnexion syndrome in an ambidextrous patient. Brain, 1971, 94, 487-494.

35. Botez, M.I. & Wertheim, N. Expressive aphasia and amusia following right frontal lesion in a right-handed man. Brain, 1959, 82, 186-202.

36. Branch, C., Milner, B. & Rasmussen, T. Intracarotid sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance. Observations in 123 patients. Journal of Neurosurgery, 1964, 21, 399-405.

37. Brain, W.R. Visual disorientation with special reference to lesions of the right cerebral hemisphere. Brain, 1941, 64, 244-272.

38. Brewer, W.F. Visual memory, verbal encoding and hemispheric localization. Cortex, 1969, 5, 149-161.

39. Broadbent, D.E. The role of auditory localisation in attention localisation and memory. Journal of Experimental Psychology, 1954, 47, 191-196.

40. Broadbent, D.E. Division of function and integration of behavior. In Schmitt, F.O. & Warden, F.G. (Eds.): The neurosciences: Third study program. Cambridge and London: MIT Press, 1974, 31-41.

41. Broughton, R. Ultradian and circadian alterations of consciousness and psychological functions. Conference on Religious Humanistic and Scientific Aspects of Transformation of Consciousness. Montreal, Canada, October 24-26, 1973.

42. Broverman, D.M. & Klaiber, E.L. Negative relationships between abilities. Psychometrika, 1969, 34, 5-20.

43. Brown, J.W. & Jaffe, J. Hypothesis on cerebral dominance. Neuropsychologia, 1975, 13, 107-110.

44. Buchsbaum, M. & Fedio, P. Visual information and evoked responses from the left and right hemispheres. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 1969, 26, 266-272.

45. Bull, B.L. & Wittrock, M.C. Imagery in the learning of verbal definitions. British Journal of Educational Psychology, 1973, 43, 289-293.

46. Burklund, C.W. Cerebral hemisphere function in the human: Fact versus tradition. In Smith, W.L. (Ed.): Drugs, development and cerebral function. Springfield, Ill.: Charles C. Thomas Publisher, 1972, 8-36.

47. Butler, S.R. & Glass, A. Asymmetries in the electroencephalogram associated with cerebral dominance. EEG Clin. Neurophysiology, 1974, 36, 481-491.

48. Carmon, A. Impaired utilization of kinesthetic feedback in right hemispheric lesions. Neurology, 1970, 20, 1033-1038.

49. Carmon, A. & Benton, A.L. Tactile perception of direction and number in patients with unilateral cerebral disease. Neurology, 1969, 19, 525-532.

41. Broughton, R. Ultradian and circadian alterations of consciousness and psychological functions. Conference on Religious Humanistic and Scientific Aspects of Transformation of Consciousness. Montreal, Canada, October 24-26, 1973.

42. Broverman, D.M. & Klaiber, E.L. Negative relationships between abilities. Psychometrika, 1969, 34, 5-20.

43. Brown, J.W. & Jaffe, J. Hypothesis on cerebral dominance. Neuropsychologia, 1975, 13, 107-110.

44. Buchsbaum, M. & Fedio, P. Visual information and evoked responses from the left and right hemispheres. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 1969, 26, 266-272.

45. Bull, D.L. & Wittrock, M.C. Imagery in the learning of verbal definitions. British Journal of Educational Psychology, 1973, 43, 289-293.

46. Burklund, C.W. Cerebral hemisphere function in the human: Fact versus tradition. In Smith, W.L. (Ed.): Drugs, development and cerebral function. Springfield, Ill.: Charles C. Thomas Publisher, 1972, 8-36.

47. Butler, S.R. & Glass, A. Asymmetries in the electroencephalogram associated with cerebral dominance. IEE Clin. Neurophysiology, 1974, 36, 481-491.

48. Carmon, A. Impaired utilization of kinesthetic feedback in right hemispheric lesions. Neurology, 1970, 20, 1033-1038.

49. Carmon, A. & Benton, A.L. Tactile perception of direction and number in patients with unilateral cerebral disease. Neurology, 1969, 19, 525-532.

50. Carmon, A. & Nachsohn, I. Effect of unilateral brain damage on perception of temporal order. Cortex, 1971, 7, 410-418.

51. Cohen, B.D., Berent, S. & Silverman, A.J. Field-dependence and the lateralization of function in the human brain. Archives of General Psychiatry, 1973, 28, 165-167.

52. Cohen, B.D., Noblin, C.D., Silverman, A.J. & Penick, S.B. Functional asymmetry of the human brain. Science, 1968, 162, 475-477.

53. Cohen, G. Hemispheric differences in serial versus parallel processing. Journal of Experimental Psychology, 1973, 97, 349-356.

54. Cohen, R. Conceptual styles, culture conflict, and nonverbal tests of intelligence. American Anthropologist, 1969, 71, 828-856.

55. Cohn, R. Differential cerebral processing of noise and verbal stimuli. Science, 1971, 172, 599-601.

56. Collins, R.L. On the inheritance of handedness. II: Selection for sinistrality in mice. Journal of Heredity, 1969, 60, 117-119.

57. Collins, R.L. The sound of one paw clapping: An inquiry into the origin of left-handedness. In Lindzey, G. & Thiessen, D.D. (Eds.): The mouse as a prototype. New York: Appleton-Century-Crofts, 1970.

58. Corkin, S. Tactually-guided maze learning in man. Effects of unilateral cortical excisions and bilateral hippocampal lesions. Neuropsychologia, 1965, 3, 339-351.

59. Corkin, S. Serial-ordering deficits in inferior readers. Neuropsychologia, 1974, 12, 347-354.

60. Cornil, L. & Gastaut, H. Données électroencéphalographiques sur la dominance hémisphérique. Revue Neurologique, 1947, 79, 207.

61. Critchley, M. The parietal lobes. London: Arnold, 1953 (reprinted, New York: Hafner, 1966).

62. Critchley, M. Speech and speech-loss in relation to the duality of the brain. In V. Mountcastle (Ed.): Interhemispheric relations and cerebral dominance. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1962.

63. Crowell, D.H., Jones, R.H., Kapuniai, L.E. & Nakagawa, J.K. Unilateral cortical activity in newborn infants: An early index of cerebral dominance. Science, 1973, 180, 205-208.

64. Curry, F.A. A comparison of the performance of a right hemispherectomized subject and twenty-five normals on four dichotic listening tasks. Cortex, 1968, 4, 144-153.

65. Cutting, J. A parallel between degree of encodedness and the ear advantage: Evidence from an ear-monitoring task. Journal of the Acoustical Society of America, 1972, 53, 358(A).

66. Darrow, C.W. Psychological and psychophysiological significance of the electroencephalogram. Psychological Review, 1947, 54, 157-168.

67. Darwin, C.J. Auditory perception and cerebral dominance. Ph.D. dissertation (unpublished). Cambridge University, 1970.

68. Darwin, C.J. Ear differences in the recall of fricatives and vowels. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1971, 23, 46-62.

69. Davidson, R.J. & Schwartz, G.E. Sex differences in cerebral lateralization during cardiac self regulation versus affect self generation. Annual Meeting of the Biofeedback Research Society, Monterey, California, February 2, 1975.

70. Day, M. An eye-movement phenomenon relating to attention, thought, and anxiety. Perception and Motor Skills, 1964, 19, 443-446.

71. Day, M. An eye-movement indicator of type and level of anxiety: Some clinical observations. Journal of Clinical Psychology, 1967, 66, 51-62.

72. Dee, H. Auditory asymmetry and strength of manual preference. Cortex, 1971, 7, 236-244.

73. 'Elia, G. & Perris, C. Cerebral functional dominance and depression. Acta Psychiat. Scand., 1973, 49, 191-197.

74. De Renzi, E. Nonverbal memory and hemispheric side of lesions. Neuropsychologia, 1969, 6, 181-189.

75. De Renzi, E., Faglioni, P. & Scotti, G. Tactile spatial impairment and unilateral cerebral damage. Journal of Nervous and Mental Disorders, 1968, 146, 468-475.

76. De Renzi, E. & Scotti, G. The influence of spatial disorders in impairing tactual discrimination of shapes. Cortex, 1969, 5, 53-62.

77. De Renzi, E. & Spinnler, H. Visual recognition in patients with unilateral cerebral disease. Journal of Mental Disease, 1966, 142, 515-525.

78. Diespecker, D.D. Bisensory presentation of information. Cortex, 1973, IX, 221-226.

79. Dimond, S. The double brain. London: Churchill Livingstone, 1972.

80. Dimond, S. & Beaumont, G. Use of two cerebral hemispheres to increase brain capacity. Nature, 1971, 232, 270-271.

81. Dirks, D. Perception of dichotic and monoaural verbal material and cerebral dominance in man. Acta Otolaryng., 1964, 58, 73-80.

82. Doehling, D. Ear asymmetry in the discrimination of aural tonal sequences. Canadian Journal of Psychology, 1972, 26, 106-110.

83. Domhoff, G.W. But why did they sit on the king's right in the first place ? Psychoanalytical Review, 1969/70, 56, 586-596.

84. Dorman, M. & Geffner, D. Hemispheric specialization for speech perception in six-year-old black and white children from low-and-middle-socio economic classes. Cortex, 1974, 10, 171-176.

85. Doyle, J.C., Ornstein, R. & Galin, D. Lateral specialization of cognitive mode: II. EEG frequency analysis. Psychophysiology, 1975.

86. Duke, J.D. Lateral eye-movement behavior. Journal Gen. Psychology, 1968, 78, 189-195.

87. Duranceau, L. Techniques de mobilisation de la créativité: Développement de la capacité créatrice. Colloque sur la créativité, l'analyse de valeur, et l'innovation. Informatech Franco-Québec, 23-25 septembre, 1975, Montréal, Québec.

88. Eccles, J.C. The understanding of the brain. New York: McGraw-Hill, 1973.

89. Edgren, J.G. Amusie (Musikalische Aphasie). Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, 1895, 6, 1-64.

90. Efron, R. The effect of handedness on the perception of simultaneity and temporal order. Brain, 1963, 86, 261-284.

91. Efron, R. Temporal perception, aphasia and déjà vu. Brain, 1963, 86, 403-424.

92. Egeth, H. & Epstein, J. Differential specialization of the hemispheres for the perception of sameness and difference. Perceptual and Motor Skills, 1972, 12, 218-220.

93. Ehrlichman, H., Weiner, S.L. & Baker, A.H. Effects of verbal and spatial questions on initial gaze shifts. Neuropsychologia, 1974.

94. Elias, M.F. & Kinsbourne, M. Time course of identity and category matching by spatial orientation. Journal of Experimental Psychology, 1972, 95, 177-183.

95. Etevenon, P.R. Schizophrenia, neuroleptic treatment and EEG interhemispheric changes. Conference on Religious Humanistic and Scientific Aspects of Transformation of Consciousness. Montreal, Canada, October 24-26, 1973.

96. Faglioni, P., Scotti, G. & Spinnler, H. Impaired recognition of written letters following unilateral hemispheric damage. Cortex, 1969, 5, 120-133.

97. Faglioni, P., Spinnler, H. & Vignolo, L.A. Contrasting behavior of right and left hemisphere-damaged patients on a discriminative and a semantic task of auditory recognition. Cortex, 1969, 5, 366-339.

98. Fessard, A.E. Mechanisms of nervous integration and conscious experience. In Delafresnaye, J.F. (Ed.): Brain mechanisms and consciousness. Sprinfield, Ill.: Charles C. Thomas, 1954.

99. Filbey, R.A. & Gazzaniga, M.S. Splitting the normal brain with reaction time. Psychonomic Science, 1969, 17, 335-336.

Lettre d'information

ASPECTS NEUROFONCTIONNELS ET EDUCATION

No. 4 Octobre, 1975

Spécialisation hémisphérique: "L'hémisphéricité naturelle"

Bibliographie. II (no. 100 - 200)
(W. Luthé)

Rédaction: Centre de Développement en Environnement Scolaire, Université du Québec à Trois-Rivières et Commission Scolaire de Trois-Rivières.

2.00 "L'hémisphéricité naturelle"

"L'hémisphéricité naturelle" implique d'abord que les différents systèmes spécialisés de chaque hémisphère (voir Tableau 1, Lettre d'Information No. 1, Sept., 1975) peuvent participer naturellement dans la gestion et dans l'élaboration des stimuli (ou informations) venant d'une situation
2.11 donnée et qu'il existe (a) un échange flexible d'informations entre les systèmes de chaque hémisphère (i.e., échan-
2.12 ge interhémisphérique)ainsi que (b) un échange flexible entre les systèmes à l'intérieur de chaque hémisphère (i.e., échange intrahémisphérique; voir Fig. 1).

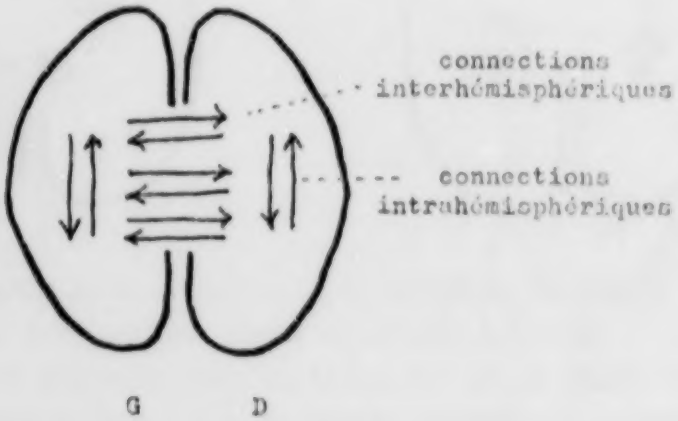


Fig. 1 Echange flexible d'informations permettant une adaptation favorable aux exigences fonctionnelles venant de l'extérieur ou de l'intérieur.

2.13 L'hémisphéricité naturelle implique également que les systèmes naturellement équipés pour s'occuper de certaines informations, tâches ou travaux sont disponibles pour entrer en fonction selon un principe de priorité fonctionnelle qui est biologiquement déterminé. Par exemple, s'il s'agit d'une tâche de calcul, les systèmes de l'hémisphère gauche spécialisés dans ce domaine vont automatiquement entrer en action ou s'il s'agit d'une tâche visuo-spatiale, les

mécanismes de l'hémisphère droit ont la priorité naturelle, c'est-à-dire que les circonstances sont de tel genre que la disponibilité naturelle avec un effet de supériorité naturelle (e.g., temps de réaction plus court)[99] peuvent se manifester d'une manière économique et avantageuse du point de vue des exigences adaptationnelles (externes et internes).

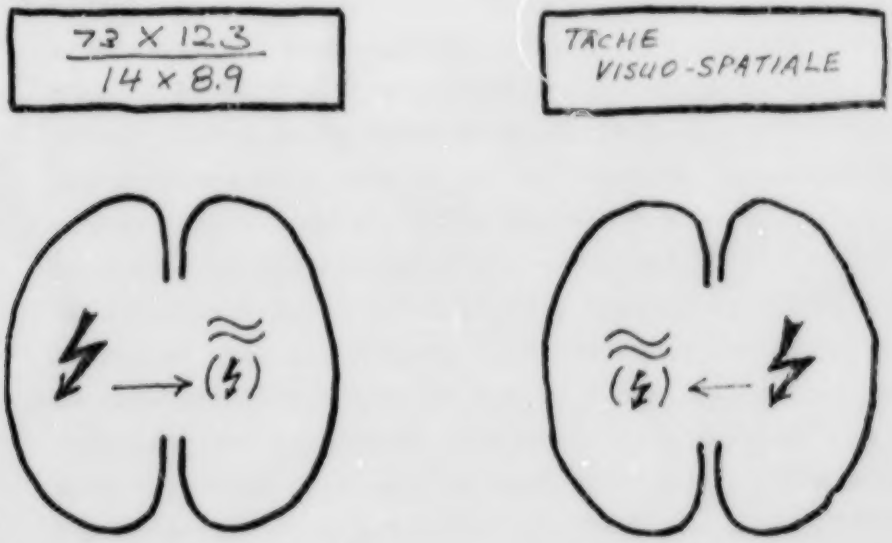


Fig. 2 L'hémisphéricité naturelle. A. La Tâche de mathématique pour laquelle l'hémisphère droit n'est pas qualifié et qui demande la pensée propositionnelle (e.g., analytico-linéaire) de l'hémisphère gauche est par "effet de supériorité naturelle" exécutée à gauche. Pendant l'opération (à gauche), il y a par effet de supériorité naturelle une réduction de l'activité à droite, avec possibilité d'activation secondaire et transitoire. B. La supériorité de l'hémisphère droit pour des tâches visuo-spatiales en combinaison de sa facilité de saisi globale (type Gestalt) implique (a) que l'opération se déroule à droite, et (b) par 'effet de supériorité naturelle', une réduction de l'activité propositionnelle à gauche. Une activation transhémisphérique (e.g., pour vérifier, comparer, analyser, classifier certains détails) est possible et constitue une partie intégrale de la collaboration interhémisphérique.

2.20 L'hémisphéricité naturelle est à la base le résultat du
2.21 développement phylogénétique (Jerison, 1975; Broughton,
2.22 1973), des influences socio-culturelles (Hall, 1973;
Jaynes, 1975, Domhoff, 1969/70) et est plus spécifique-
2.23 ment sujet à la constellation génétique individuelle (Jensen,
1972; Crowell, 1973; Hécaen & Ajuriaguerra, 1969). Bien que
la disposition neurofonctionnelle et structurale est déter-
minée à la base par la constellation génétique (e.g., dispo-
sition d'être gaucher), l'hémisphéricité naturelle n'est
2.24 pas statique mais sujet à un continuum de processus dyna-
miques (Brown & Jaffe, 1975) qui varie avec les phases de
la vie (e.g., initialement non verbales).[220,295,298]
2.30 Ceci implique qu'un développement individuel favorablement
en accord avec les données (inclusivement les limites) de
la constellation génétique est un facteur important afin
d'assurer que l'harmonie fonctionnelle interhémisphérique
soit maintenue et puisse se manifester authentiquement par
une hémisphéricité naturelle à-travers les phases successi-
ves de la vie.[112,128]

En d'autres termes, on peut dire qu'à mesure qu'il y a des interférences avec l'hémisphéricité naturelle (e.g., activités éducatives maladaptées) et à mesure que des troubles fonctionnels divers dans la collaboration interhémisphérique (et intrahémisphérique) se produisent, sont entraînés et s'accumulent, il en résulte une harmonie fonctionnelle de plus en plus troublée; les potentiels inhérents sont réduits, et les dispositions authentiques de la constellation génétique (e.g., intérêts, potentiels authentiques) se prononcent moins clairement. Un tel développement contribue au risque de faire des choses qui ne sont pas favorablement adaptées à ce que l'on est.

2.40 Afin d'adapter correctement les activités éducatives il est par exemple, important de savoir si un enfant est par disposition génétique gaucher, ambidextre ou droitier le plus tôt possible.[26,57,165,206,207,221,226,263,274]
Les recherches dans ce domaine de latéralisation ont montré que l'hémisphéricité naturelle pour les gauchers, les ambidextres et les droitiers n'implique pas seulement des différences au point de vue motricité (e.g., préférence manuelle) mais également d'autres modalités de fonctionnement mental (e.g., intégration d'informations diverses, langage, organisation spatiale, perception en profondeur, fonctions auditives, perception d'ordre temporel, reconnaissance des visages).[34,35,72,90,128,129,150,152,179,218,221,245,251,277]

2.50 Examples de recommendations.

- Etude et développement de moyens pratiques qui permettent une évaluation de l'hémisphéricité naturelle chez les enfants à partir de l'âge pré-scolaire afin de permettre une meilleure adaptation des activités éducatives.
- Etude et développement de moyens pratiques qui permettent une évaluation de préférence manuelle (surtout en bas âge).
- Etude quantitative concernant la distribution des gauchers, droitiers et ambidextres (naturels) aux différents niveaux du système scolaire.
- Etude et évaluation de la question s'il est justifié de prévoir, développer et appliquer des programmes spécifiques pour les enfants qui ne sont pas naturellement droitiers.
- d'autres recommendations se laissent élaborer pour d'autres spécialisations hémisphériques .

Bibliographie
(no. 100 à 200)

100. Fischer,R. .The brain looks into the mirror. Leonardo (Pergamon Press), 1975, 8, 45-48.

101. Fischer, R. & Rhead, J. The logical and the intuitive. Main Currents of Modern Thought. Nov., Dec., 1974.

102. Fontenot, D.J. & Benton, A.L. Tactile perception of direction in relation to hemispheric locus of lesion. Neuropsychologia, 1971, 9, 83-88.

103. Friend, D. The creative way to paint. New York: Watson-Guptill, 1966.

104. Friend, D. Composition: A painter's guide to basic problems and solutions. New York: Watson-Guptill, 1975.

105. Fromkin, V. & Rodman, R. An introduction to language. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1974.

106. Galin, D. Hemispheric specialization and the duality of consciousness. Conference on Religious, Humanistic and Scientific Aspects of Tranformation of Consciousness. Montreal, Canada, October 24-26, 1973.

107. Galin, D. Implications for psychiatry of left and right cerebral specialization. Archives of General Psychiatry, 1974, 31, 572-583.

108. Galin, D. & Ellis, R.R. Asymmetry in evoked potentials as an index of lateralized cognitive processes: Relation to EEG alpha asymmetry.

109. Galin, D. & Ornstein, R.E. Hemispheric specialization and the duality of consciousness. In Widrow, H. (Ed.): Human behavior and brain function. Springfield, Ill.: Charles C. Thomas, 1973.

110. Galin, D. & Ornstein, R. Lateral specialization of cognitive mode: An EEG study. Psychophysiology, 1972, 9, 412-418.

111. Galin, D. & Ornstein, R. Individual differences in cognitive style. I. Reflective eye movements. Neuropsychologia, 1974, 12, 367-376.

112. Gardiner, M., Schulman, C. & Walter, D. Facultative EEG asymmetries in babies and adults. UCLA BIE Report 34, 1973, 34-40.

113. Gazzaniga, M.S. The split brain in man. Scientific American, 1967, 217, 24-29.

114. Gazzaniga, M.S. The bisected brain. New York: Appleton-Century-Crofts, 1970.

115. Gazzaniga, M.S. Review of the split brain. UCLA educator, 1975, 2, 9-12.

116. Gazzaniga, M.S., Bogen, J.E. & Sperry, R.W. Laterality effects in somesthesis following cerebral commissurotomy in man. Neuropsychologia, 1963, 1, 209-215.

117. Gazzaniga, M.S., Bogen, J.E. & Sperry, R.W. Dyspraxia following division of the cerebral commissures. Archives of Neurology, 1967, 16, 606-612.

118. Gazzaniga, M.S. & Hillyard, S.A. Language and speech capacity of the right hemisphere. Neuropsychologia, 1971, 9, 273-280.

119. Gazzaniga, M.S. & Sperry, R.W. Language after section of the cerebral commissures. Brain, 1967, 90, 131-148.

120. Geffner, D. & Hochberg, I. Ear laterality performance in children from low- and middle-socioeconomic levels in a verbal dichotic listening task. Cortex, 1971, 2, 193-203.

121. Geschwind, N. Disconnexion syndromes in animals and man. Part I. Brain, 1965, 88, 237-294.

122. Geschwind, N. Disconnexion syndromes in animals and man. Part II. Brain, 1965, 88, 585-644.

123. Geschwind, N. The organization of language and the brain. Science, 1970, 170, 940-944.

124. Geschwind, N. The clinical syndromes of the cortical connections. In Williams, D. (Ed.): Modern trends in Neurology. London: Butterworth, 1970.

125. Geschwind, N. Disorders of higher cortical function in children. Clin. Proc. Children's Hospital Nat. Med. Center, 1972, 28, 261-272.

126. Geschwind, N. & Levitsky, W. Human brain: Left-right asymmetries in temporal speech region. Science, 1968, 161, 186-187.

127. Giannitrapani, D. Developing concepts of lateralization of cerebral function. Cortex, 1967, 3, 353-370.

128. Giannitrapani, D., Sorkin, A.I. & Ehenstein, J. Laterality preference of children and adults as related to interhemispheric phase activity. Journal of Neurological Science, 1966, 3, 139-150.

129. Gilbert, C. Strength of left-handedness and facial recognition ability. Cortex, 1973, 9, 145-151.

130. Goldstein, L. The E.E.G. and differential hemispheric functions. Conference on Religious, Humanistic and Scientific Aspects of Transformation of Consciousness. Montreal, Canada, October 24-26, 1973.

131. Goldstein, L. & Stoltzfus, N.W. Psychoactive drug-induced changes of interhemispheric EEG amplitude relationships. Agents and Actions, 1973, 3/2, 124-132.

132. Goldstein, L., Stoltzfus, N.W. & Gardocki, J.F. Changes in interhemispheric amplitude relationships in the EEG during sleep. Physiology and Behavior, 1972, 8, 811-815.

133. Goldstein, L., Sugerman, A.A., Majerrison, G. & Stoltzfus, N. The EEG and differential hemispheric functions. Conference on Religious, Humanistic and Scientific Aspects of Transformation of Consciousness. Montreal, Canada, October 24-26, 1973.

134. Gordon, H.W. Hemispheric asymmetries in the perception of musical chords. Cortex, 1970, 6, 387-398.

135. Gordon, H.W. Auditory specialization of the right and left hemispheres. In Kinsbourne, M. & Smith, W.L. (Eds.): Hemispheric disconnection and cerebral function. Sprinfield, Ill.: Charles C. Thomas, 1973.

136. Gordon, H.W. Olfaction and cerebral separation. In Kinsbourne, M. & Smith, W.L. (Eds.): Hemispheric deconnection and cerebral function. Springfield, Ill.: Charles C. Thomas, 1974.

137. Gordon, H.W. & Bogen, J.E. Hemispheric lateralization of singing after intracarotid sodium amylobarbitone. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry, 1974, 37, 6, 727-738.

138. Gordon, H.W., Bogen, J.E. & Sperry, R.W. Absence of deconnexion syndrome in two patients with partial section of the neocommissures. Brain, 1971, 94, 327-336.

139. Gordon, H.W. & Sperry, R.W. Lateralization of olfactory perception in the surgically separated hemispheres of man. Neuropsychologia, 1969, 7, 111-120.

140. Gott, P.S. Language following dominant hemispherectomy. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry, 1973, 36, 1082-1088.

141. Gowers, W.R. On a case of simultaneous embolism of central retinal and middle cerebral arteries. Lancet, 1875, 2, 794-796.

142. Hall, R. Evolutionary stages of Western consciousness. Conference on Religious, Humanistic and Scientific Aspects of Transformation of Consciousness. Montreal, Canada, October, 24-26, 1973.

143. Halperin, Y., Nachshn, I. & Carmon, A. Shift of ear superiority in dichotic listening to temporally patterned nonverbal stimuli. Journal of the Acoustical Society of America, 1973, 53, 46-50.

144. Harnad, S.R. Creativity, lateral saccades and the nondominant hemisphere. Perceptual and Motor Skills, 1972, 34, 653-654.

145. Harnad, S.R. Interhemispheric division of labour. Conference on Religious, Humanistic and Scientific Aspects of Transformation of Consciousness. Montreal, Canada, October 24-26, 1973.

146. Harnett, D. The relation of cognitive style and hemisphere preference to deductive and inductive second language learning. UCLA Conference on Human Brain Function. Los Angeles, September 27, 1974.

147. Head, H. Aphasia and kindred disorders of speech. Vol. I. New York: Hafner, 1963 (originally published 1926).

148. Hécaen, H. Clinical symptomatology in right and left hemispheric lesions. In Mountcastle, V.B. (Ed.) Interhemispheric relations and cerebral dominance. Baltimore: Johns Hopkins Press, 1962.

149. Hécaen, H. Aphasic, apraxic and agnostic syndromes in right and left hemisphere lesions. Handbook of clinical neurology, 1969, 4, 291-311.

150. Hécaen, H. & Ajuriaguerra, J. de. Left-handedness. Manual superiority and cerebral dominance. New York, London: Grune & Stratton, 1964.

151. Hécaen, H. & Angelergues, R. La cécité psychique: Etude critique de la notion d'agnosie. Paris: Masson, 1963.

152. Hécaen, H. & Sauget, J. Cerebral dominance in left-handed subjects. Cortex, 1971, 7, 19-48.

153. Hermanns, F. Description of deep structures are translations into artificial languages. Linguistics, 1973, 99, 71-77.

154. Hermelin, B. & O'Connor, N. Functional asymmetry in the reading of Braille. Neuropsychologia, 1971, 9, 431-435.

155. Hines, S.D. & Martindale, C. Functional brain asymmetry, primary process thinking and natural language.

156. Hommes, O.R. & Pannhuysen, L.H.H.H. Bilateral intracarotid amytal injection. Psychiat. Neurol. Neurochir., 1970, 73, 447-459.

157. Hommes, O.R. & Pannhuysen, L.H.H.H. Depression and cerebral dominance. Psychiat. Neurol. Neurochir., 1971, 74, 259-270.

158. Jackson, J.H. Singing by speechless (aphasic) children. Lancet, 1871, 2, 430-431.

159. Jackson, J.H. On affections of speech from disease of the brain. Brain, 1878, 1, 304-330. Reprinted in Taylor, J. (Ed.): Selected writings of John Hughlings Jackson. London: Hodder & Stoughton, 1932.

160. Janov, A. The nature of consciousness. Journal of Primal Therapy, 1973, 1, 7-63.

161. Jasper, H.H. Electrical signs of cortical activity. Psycholog. Bulletin, 1937, 34, 411-481.

162. Jasper, H.H. & Raney, E.T. The physiology of lateral cerebral dominance. Psycholog. Bulletin, 1937, 34, 194, 72-174.

163. Jaynes, J. The evolution of consciousness and the bicameral mind. Conference on Religious, Humanistic and Scientific Aspects of Transformation of Consciousness. Montreal, Canada, October 24-26, 1973.

164. Jellinek, A. Amusia. Folia Phoniatrica, 1956, 8, 124-149.

165. Jensen, A.R. Genetics and education: A second look. New Scientist, 1972, Oct. 12.

166. Jerison, H.J. Evolution of the brain. UCLA educator, 1975, 2, 1-8.

167. Jossmann, P. Die Beziehungen der motorischen Amusie zu den apraktischen Störungen. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie, 1927, 63, 239-274.

168. Juhasz, J.B. An experimental study of imagining. Journal of Personality, 1972, 40, 588-600.

169. Kenny, A.J.P. To mind via syntax. In The Nature of Mind. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1972.

170. Kershner, J.R. & Jeng, A.G.R. Dual functional brain asymmetry in visual perception. Neuropsychologia, 1974,

171. Kimura, D. Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. Canadian Journal of Psychology, 1961, 15, 166-171.

172. Kimura, D. Right temporal lobe damage: perception of unfamiliar stimuli after damage. Archives of Neurology, 1963, 8, 264-271.

173. Kimura, D. Left-right differences in the perception of melodies. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1964, 16, 355-358.

174. Kimura, D. Dual functional asymmetry of the brain in visual perception. Neuropsychologia, 1966, 4, 275-285.

175. Kimura, D. Functional asymmetry of the brain in dichotic listening. Cortex, 1967, 3, 163-178.

176. Kimura, D. Spatial localization in left- and right-visual fields. Canadian Journal of Psychology, 1969, 23, 445-458.

177. Kimura, D. The asymmetry of the human brain. Scientific American, 1973, 228, 70-78.

178. Kimura, D. & Archibald, Y. Motor function of the left hemisphere. Brain, 1974, 97, 337-350.

179. Kimura, D. & Vanderwolf, C. The relation between hand preference and the preference of individual finger movements by left and right hands. Brain, 1970, 93, 769-774.

180. Kinsbourne, M. The cerebral basis for lateral asymmetries in attention. Act. Psychol., 1970, 33, 193-201.

181. Kinsbourne, M. The minor hemisphere as a source of aphasic speech. Archives of Neurology, 1971, 25, 302-306.

182. Kinsbourne, M. Control of attention by interaction between the cerebral hemispheres. 4th International Symposium on Attention and Performance, Boulder, Colorado, 1971.

183. Kinsbourne, M. Eye and head turning indicates cerebral lateralization. Science, 1972, 176, 539-541.

184. Kinsbourne, M. (Ed.) Hemispheric asymmetry of function. London: Tavistock, 1973.

185. Kinsbourne, M. Hemispheric collaboration and competition. Conference on Religious, Humanistic and Scientific Aspects of Transformation of Consciousness. Montreal, Canada, October 24-26, 1973.

186. Kinsbourne, M. Direction of gaze and distribution of cerebral thought processes. Neuropsychologia, 1974, 12, 279-281.

187. Kinsbourne, M. & Smith, W.L. (Eds.): Hemispheric disconnection and cerebral function. Springfield, Ill.: Charles C. Thomas, 1974.

188. Klatzky, R.A. Interhemispheric transfer of test stimulus representations in memory scanning. Psychon. Sci., 1970, 21, 201-203.

189. Knox, A. & Boone, D. Auditory laterality and tested handedness. Cortex, 1970, 6, 164-173.

190. Knox, C. & Kimura, D. Cerebral processing of nonverbal sounds in boys and girls. Neuropsychologia, 1970, 8, 227-237.

191. Kocel, K., Galin, D., Ornstein, R. & Merrin, E.L. Lateral eye movement and cognitive mode. Psychonomic Science, 1972, 27, 223-224.

192. Krashen, S. Mental abilities underlying linguistic and non-linguistic functions. Linguistics, 1973, 115, 39-55.

193. Krashen, S. Lateralization, language learning, and the critical period: Some new evidence. Language Learning, 1973, 23, 63-74.

194. Krashen, S.D. The left hemisphere. UCLA educator, 1975, 2, 17-23.

195. Kumar, S. The right and left of being internally different. Impact of Science on Society, 1973, 23, 53-64.

196. Lansdell, H. A sex difference in effect of temporal lobe neurosurgery on design preference. Nature, 1962, June 2, 852-854.

197. Lansdell, H. Verbal and nonverbal factors in right hemisphere speech. Journal Comp. Physiol. Psychol., 1969, 69, 434-438.

198. Laitinen, L.V. Stereotactic lesions in the knee of the corpus callosum in the treatment of emotional disorders. The Lancet, 1972, Feb. 26, 472-475.

199. Laitinen, L.V. & Vilkki, J. Observations on the transcallosal emotional connections. In Laitinen, L.V. & Livingston, K. (Eds.): Surgical approaches in psychiatry. Baltimore: University Park Press, 1973.

200. Lashley, K.S. In search of the engram. Symposia of the Society for Experimental Medicine. London: Cambridge University Press, 1950, 4, 454-482.

Lettre d'information

ASPECTS NEUROFONCTIONNELS ET EDUCATION

No. 5 Novembre, 1975

Spécialisation hémisphérique: Remarques sur la déconnection chirurgicale et la déconnection pharmacologique.

Bibliographie III (no. 201 - 299)

(W. Luthé)

Rédaction: Centre de Développement en Environnement Scolaire, Université du Québec à Trois-Rivières et Commission Scolaire de Trois-Rivières.

3.00 Rôle de la déconnection hémisphérique chirurgicale

Dans le développement de nos connaissances sur la spécialisation hémisphérique et la collaboration interhémisphérique, ce fut la commissurotomie qui a permis l'étude des
3.10 diverses activités de chaque hémisphère séparément et simultanément. La commissurotomie est une ("split brain") technique de la neurochirurgie fonctionnelle qui consiste à couper les connections (i.e., commissures, corps calleux) entre les deux hémisphères (e.g., dans certaines formes d'épilepsie).[29,32]

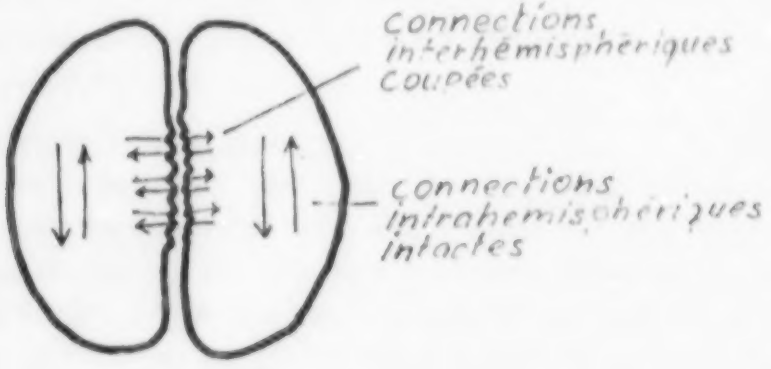


Fig. 1 Séparation des deux hémisphères par commissurotomie. Cette intervention chirurgicale implique la section d'environ 150 millions[24] de fibres de connection qui compose le "câble de connection" appelé 'corps calleux' (i.e., corpus callosum).

3.20 Syndromes de déconnection chirurgicale

Après une déconnection chirurgicale les deux "demi-cerveaux" continuent de fonctionner indépendamment et simultanément comme "deux cerveaux séparés" et avec une "conscience" dans chaque demi-cerveau. Les différences fonctionnelles observées dans cette situation de déconnection se laissent grouper selon les fonctions en question (voir Tableau 1, Lettre d'Information No.1, Sept. 1975) et permettent une distinction des syndromes de déconnection.

D'une manière générale les 'syndromes de déconnection' sont caractérisés par une combinaison de (a) supériorité ou infériorité dans l'accomplissement des tâches spécifiques, (b) d'un manque d'information (et absence d'interférence) venant normalement des systèmes correspondants de l'autre hémisphère (c) apparence des composantes fonctionnelles qui sous condition normale sont rarement ou pas du tout observées (e.g., substitutions, compensations, déviations, désintégrations, modifications) et, surtout par (d) le style cognitif relativement spécifique et différent pour chaque hémisphère.[9,14,15,18,19,20,21,24,25,26,27,33,34,113,114,115,116,117,119,121,122,124,136,139,187,208,209,226,243,244,245,246,247,248,291,300,301,302,303,304,306,315,346,347,348,349]

3.30 Deux "personalités" dans un cerveau

En autant que chaque hémisphere peut fonctionner indépendamment (e.g., un hémisphère suffit pour fournir des fonctions de mémoire, d'émotions, des niveaux de conscience; Bogen 1973, B.I.S. Conférence Report 34, Febr., 1974, p. 35) et la "conscience" d'un hémisphère ne sait pas ce que la "conscience" de l'autre hémisphère fait ou pense, on peut dire qu'il y a deux "personalités" dans un cerveau (i.e., après déconnection par commissurotomie).[62,79,242,252,260,291,294,296,315,347]

3.40 L'importance du style cognitif

Selon les observations de recherche actuellement à notre disposition, la différence la plus importante entre les deux "personalités" (hémisphériques) est surtout déterminée par la manière différente de traitement ou gestion de l'information dans chaque
3.41 hémisphère: l'hémisphère gauche (chez les droitiers) travaille d'une manière linéaire (analytique, logico-rationaliste), tandis
3.42 que l'hémisphère droit (chez les droitiers) se sert des fonctions de synthèse (non-linéaires) simultanées ('synoptique', 'intuitive',
3.43 holistique, principe de Gestalt). Les autres différences de spécialisation hémisphérique (voir Tableau 1, Lettre d'Information

No. 1, Sept. 1975) qui concernent le rendement dans des secteurs de fonctionnement mental spécifique (e.g., mathématiques, syntaxe, musique, tâches visuo-spatiales)[4] sont généralement considérées comme variables d'une importance secondaire.[62, 85,163]

3.44 L'existence des différences hémisphériques au point de vue de style cognitif d'abord constatées après la déconnection hémisphérique par commissurotomie furent subséquemment également vérifiées chez des sujets normaux (i.e., cerveau intact).[79,80,106,107, 109,110,111,145,177,184,191,212,224,233,252,253,275,297,299,305,316, 331,350]

4.00 Syndrome de déconnection pharmacologique

Des informations complémentaires sur la spécialisation hémisphérique (e.g., réactions affectives, chanter, parler, tonalité, rhythme) ont été obtenues par l'utilisation de moyens pharmacologiques.[20,28,36,46,156,285,322,323]

Par injection de petites quantités de sodium amylobarbitone (amobarbital, Amytal) dans l'artère (carotide) principalement responsable pour la circulation sanguine de l'hémisphère du même côté (i.e., ipsilatéral), il est possible de produire un "endormissement transitoire" (pour 3 à 5 minutes) des mécanismes d'un hémisphère (test de Wada) pendant que l'autre hémisphère (sans injection) continue de fonctionner indépendamment (e.g., le sujet continue de parler si les mécanismes du langage sont localisés à gauche et l'injection a été donnée dans la carotide à droite; mais il ne peut pas parler si ses mécanismes de langage sont situés dans l'hémisphère droit).[28,36]

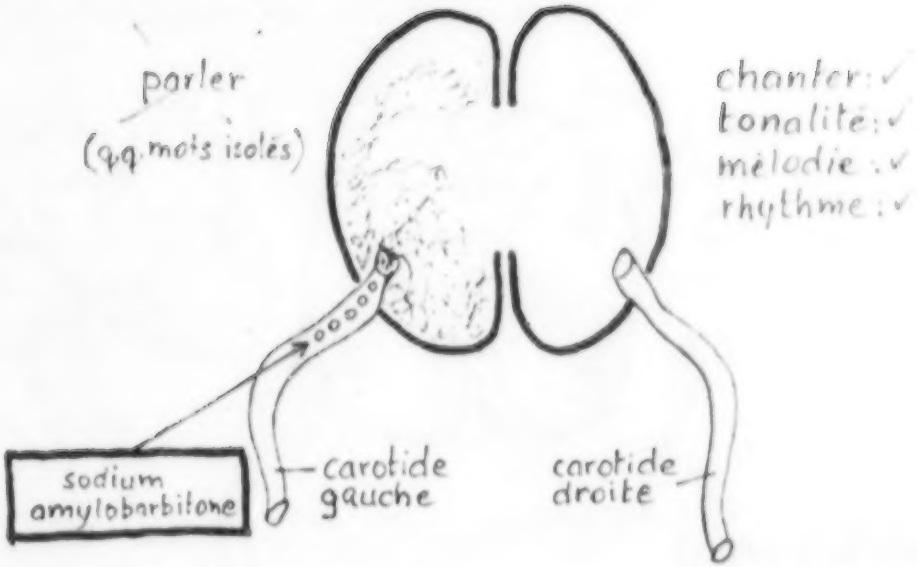


Fig. 2 La déconnection pharmacologique (sujets: droitiers). "Endormissement transitoire" de l'hémisphère gauche par injection de sodium amylobarbitone dans la carotide gauche.[137]

4.10 Par exemple, en utilisant la déconnection pharmacologique, Gordon & Bogen (1974)[137] ont observé que l'endormissement de l'hémisphère droit causait des déficiences marquées pour chanter (e.g., monotone, tonalité inadéquate) tandis que le langage restait relativement intact. D'un intérêt particulier est l'observation que l'élaboration du rhythme était très peu affectée par une injection à droite et que les mécanismes qui contrôlent la tonalité pendant le chant (hémisphère droit) étaient différents des mécanismes pour l'intonation de la langue parlée (hémisphère gauche).[55,62,68] Par contre,

si l'hémisphère gauche était endormi, le langage était plus troublé que le chant.[137;118,119,123,126,134,140,145,173,223, 228,259,310,319,322,326,351,354,355]

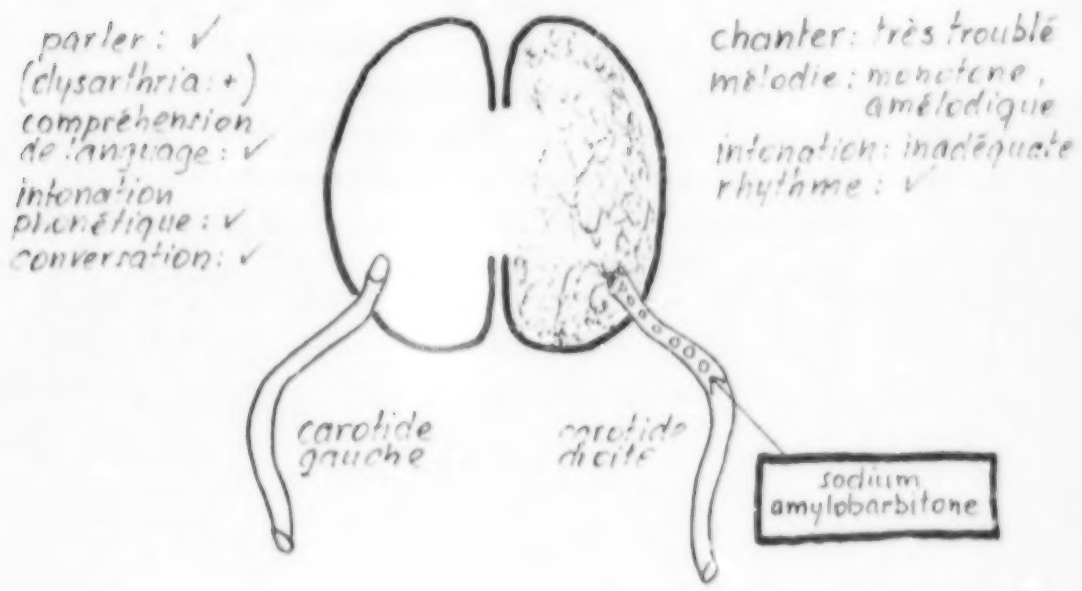


Fig. 3 Syndrome de déconnection pharmacologique après injection de sodium amylobarbitone dans la carotide droite. Les fonctions de chant sont beaucoup plus troublées que les fonctions du langage (sujets: droitiers).[137]

4.20 Ces informations ainsi que d'autres ont donné support à l'hypothèse[13] que l'hémisphère droit est spécialisé dans la gestion et l'élaboration des configurations de stimuli (e.g., auditif, tactile, visuel) qui ne dépendent pas d'une séquence temporelle (i.e., time-independent stimulus configuration) et de plus, que l'hémisphere gauche est spécialisé dans l'élaboration des séquences qui impliquent une dépendance à la succession de l'ordre temporelle.[137;50,53,59,143,201]

5.00 Résumé

Les phénomènes de déconnection produite par technique chirurgicale ou moyen pharmacologique aident (a) à préciser les différents aspects de la spécialisation et collaboration hémisphérique, (b) permettent de comparer avec les phénomènes de "déconnection fonctionnelle" observables en situation normale (voir Lettre d'Information No. 6, Nov. 1975), et (c) stimulent des hypothèses concernant les implications au niveau pratique de l'application des méthodes de l'enseignement (e.g., comment adapter et faciliter l'apprentissage d'une deuxième langue). 45,53,59,105 125,146,165,169,192,193,194,204,219,227,249,255,256,272,273,289, 292,335,336,337,338,339,340,344

Bibliographie
(no.201-299)

201. Lashley, K.S. The problem of serial order. In Beach, F.A., Hebb, D.O., Morgan, T.C. & Nissen, H.W. (Eds.): The neurophysiology of Lashley. New York: McGraw Hill, 1960, 506-523.

202. LeMay, M. & Culebras, A. Human brain: Morphological differences in the hemispheres demonstrable by carotid arteriography. New England Journal of Medicine, 1972, 287, 168-170.

203. Levin, H.S. Evaluation of the tactile component in a proprioceptive feedback task. Cortex, 1973, 9, 197-203.

204. Levine, J.R. Inducing comprehension in poor readers: A test of a recent model. Journal of Educational Psychology, 1973, 65, 19-24.

205. Levy, J. Possible basis for the evolution of lateral specialization of the human brain. Nature, 1969, 224, 614-615.

206. Levy, J. Lateral specialization of the human brain: Behavioral manifestations and possible evolutionary basis. In Kiger, J.A. (Ed.): Biology of behavior. Corvallis: Oregon State University Press, 1972.

207. Levy, J. & Nagylaki, T. A model for the genetics of handedness. Genetics, 1972, 117-128.

208. Levy, J., Nebes, R.D. & Sperry, R.W. Expressive language in the surgically separated minor hemisphere. Cortex, 1971, VII, 49-58.

209. Levy, J., Trevarthen, C. & Sperry, R.W. Perception of bilateral chimeric figures following hemispheric deconnection. Brain, 1972, 95, 61-78.

210. Levy, J., Trevarthen, C.B. & Sperry, R.W. Hemispheric specialization tested by simultaneous rivalry for mental associations (in preparation).

211. Levy, R.M. & Kaufman, H.M. Sets and subsets in the identification of multidimensional stimuli. Psychological Review, 1973, 80, 139-148.

212. Levy-Agresti, J. & Sperry, R.W. Differential perceptual capacities in major and minor hemispheres. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1968, 61, 1151.

213. Libby, W.L. Eye contact and direction of looking as stable individual differences. Journal of Experimental Research in Personality, 1970, 4, 303-312.

214. Luria, A.R. Human brain and psychological processes. New York: Harper & Row, 1966.

215. Luria, A.R., Tsvetkova, L.S. & Futer, D.S. Aphasia in a composer. Journal of Neurological Sciences, 1965, 2, 288-292.

216. Luthe, W. Hemispheric specialization and autogenic therapy. Proceedings Third Congress of the International College of Psychosomatic Medicine and Second Symposium on Autogenic Therapy, September 16-20, 1975, Rome, Italy, Vol. IV.

217. Luthe, W. On the development of space exercises in autogenic training. Proceedings Third Congress of the International College of Psychosomatic Medicine and Second Symposium on Autogenic Therapy, September 16-20, 1975, Rome, Italy. Vol. IV.

218. Luthe, W. Creativity mobilization technique. New York: Grune & Stratton, 1976.

219. Marks, C.B., Doctorow, M.J. & Wittrock, M.C. Word frequency and reading comprehension. Journal of Educational Research, 1974, 67, 259-262.

220. Matsumiya, Y., Tagliasco, V., Lombroso, C.T. & Goodglass, H. Auditory evoked response: Meaningfulness of stimuli and interhemispheric asymmetry. Science, 1972, 175, 790-792.

221. Miller, E. Handedness and the pattern of human ability. British Journal of Psychology, 1971, 62, 111-112.

222. Milner, B. Visually-guided maze learning in man: effects of bilateral, hippocampal, frontal and unilateral cerebral lesions. Neuropsychologia, 1965, 3, 317-318.

223. Milner, B. Laterality effects in audition. In Mountcastle, V.B. (Ed.): Interhemispheric relations and cerebral dominance. Baltimore: John Hopkins Press, 1962, 177-195.

224. Milner, B. Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. British Medical Bulletin, 1971, 27, 272-277.

225. Milner, L. Hemispheric specialization, scope and limits. In Schmidt, F.O. & Worden, F.G. (Eds.): The neurosciences: Third study program. Cambridge: MIT Press, 1974.

226. Milner, B., Taylor, L. & Sperry, R.W. Lateralized suppression of dichotically presented digits after commissural section in man. Science, 1968, 161, 184-186.

227. Moeser, S.D. & Bregman, A.S. Imagery and language acquisition. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1973, 23, 91-98.

228. Molfese, D. Cerebral asymmetry in infants, children, and adults: Auditory evoked responses to speech and music stimuli. Journal of the Acoustical Society of America, 1973, 53, 363.

229. Morgan, A.H., McDonald, P.J. & Macdonald, H. Differences in bilateral alpha activity as a function of experimental task with a note on lateral eye movements and hypnotizability. Neuropsychologia, 1971, 9, 459-469.

230. Morrel, L.K. & Salamy, J.G. Hemispheric asymmetry of electrocortical responses to speech stimuli. Science, 1971, 174, 164-16[illegible].

231. Moscovitch, M. Language and the cerebral hemispheres. In Communication and affect: language and thought. New York: Academic Press, 1973.

232. Mosidze, V.M., et al. Rasheplen mosq (Split-brain). Tbilisi, Metaniereba, 1972.

233. Mountcastle, V.B. (Ed.): Interhemispheric relations and cerebral dominance. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1962.

234. Myers, R. The neocortical commissures and interhemispheric transmission of information. In Ehlinger, E.G. (Ed.): Functions of the corpus callosum. London: Churchill, 1965.

235. MacLean, P.D. The triune brain-emotion and scientific bias. In Schmitt, F.O. (Ed.): The neurosciences: Second study program. New York: Rockefeller University Press, 1970.

236. McAdam, D.W. & Whitaker, H.A. Language production: Electroencephalographic localization in the normal human brain. Science, 1971, 172, 499-502.

237. McFie, J. Factors of the brain. Bulletin of the British Psychological Society, 1972, 25, 11-14.

238. McFie & Zangwill, O.L. Visual constructional disabilities associated with lesions of the left cerebral hemisphere. Brain, 1960, 83, 243-260.

239. McGuigan, F.J. & Schoonover, R.A. (Eds.): The psychophysiology of thinking. New York: Academic Press, 1973.

240. McKee, G., Humphrey, B. & McAdam, D.W. Scaled lateralization of alpha activity during linguistic and musical tasks. Psychophysiology, 1973, 10, 441.

241. McKeever, W.F. & Huling, M. Left hemisphere superiority in tachistoscopic word recognition performance. Perceptual and Motor Skills, 1970, 30, 763-766.

242. Nagel, T. Brain bisection and unity of consciousness. Synthese, 1971, 22, 396-413.

243. Nebes, R.D. Investigations on lateralization of function in the disconnected hemispheres of man. Ph.D. Thesis (unpublished). California Institute of Technology, 1970.

244. Nebes, R.D. Superiority of the right hemisphere in commissurotomized man for the perception of part-whole relations. Cortex, 1971, VII, 333-349.

245. Nebes, R.D. Handedness and the perception of part-whole relationships. Cortex, 1971, 7, 350-356.

246. Nebes, R.D. Dominance of the minor hemisphere in commissurotomized man on a test of figural unification. Brain, 1972, 95, 633-638.

247. Nebes, R. D. Perception of spatial relations by the right and left hemispheres in commissurotomized man. Neuropsych., 1973, 11, 285-289.

248. Nebes, R.D. Hemispheric specialization in commissurotomized man. Psychological Bulletin, 1974, 81, 1-14.

249. Nebes, R.D. Man's so-called "minor" hemisphere. UCLA educator, 1975, 2, 13-16.

250. Neisser, U. Cognitive psychology. New York: Appleton, 1966.

251. Newcombe, F. & Ratcliff, G. Handedness, speech lateralization, and ability. Neuropsychologia, 1973, 11, 399-407.

252. Ornstein, R. The psychology of consciousness. San Francisco: Freeman, 1972.

253. Ornstein, R.E. Right and left thinking. Psychology Today, 1973, 6, 86-92.

254. Ornstein, R.E. On pense à gauche, on aime à droite. Psychologue, 1974, 27-31.

255. Paivio, A. Imagery and verbal processes. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1971.

256. Papcun, G., Krashen, S., Terbeek, D., Remington, R. & Harshman, R. Is the left hemisphere specialized for speech, language and/or something else ? Journal of Acoustical Society of America, 1974, 55, 319-327.

257. Peper, E. Localized EEG alpha feedback training: A possible technique for mapping subjective, conscious, and behavioral experiences. Kybernetik, 1972, 11, 166-169.

258. Piercy, M., Hécaen, H. & Ajuriaguerra, J. de. Constructional apraxia associated with unilateral cerebral lesions. Brain, 1960, 83, 225-242.

259. Probst, M. Ueber die Localisation des Tonvermögens. Archiv. für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, 1899, 32, 410-446.

260. Puccetti, R. Brain bisection and personal identity. British Journal Phil. Sci., 1973, 24, 339-355.

261. Pylyshin, J.W. What the mind's eye tells the mind's brain: a critique of mental imagery. Psychological Bulletin, 1973, 80, 1-24.

262. Raney, E.T. Reversed lateral dominance in identical twins. Journal of Experimental Psychology, 1938, 23, 304-312.

263. Raney, E.T. Brain potentials and lateral dominance in identical twins. Journal of Experimental Psychology, 1939, 24, 21-39.

264. Ratcliff, G. & Newcombe, F. Spatial orientation in man: Effects of left, right and bilateral posterior cerebral lesions. Journal of Neurosurgery and Psychiatry, 1973, 36, 448-454.

265. Rennels, M.R. Cerebral dominance as a dimension of learning. National Art Education Association Conference, Miami Beach, April 4-9, 1975.

266. Robbins, K. & McAdam, D. Interhemispheric alpha asymmetry and imagery mode. Brain and Language, 1974, 2, 189-193.

267. Roeser, R.J. & Daly, D.D. Auditory cortex disconnection associated with thalamic tumor. Neurology, 1974, 24 555-559.

268. Rosenzweig, M.R. Representations of the two ears at the auditory cortex. American Journal of Physiology, 1951, 167, 147-158.

269. Rubino, C.A. Hemispheric lateralization of visual perception. Cortex, 1970, VI, 102-120.

270. Rudel, R.G., Denckla, M.B. & Spalten, E. The functional asymmetry of Braille letter learning in normal-sighted children. Neurology, 1974, 24, 733-738.

271. Russel, I.S., Plotkin, M.C. & Kleinman, D. Task difficulty and lateralization of learning in the functional split-brain rat. Physiology of Behavior, 1970, 5, 469-478.

272. Sanders, R.E. Aspects of figurative language. Linguistics, 1973, 96, 56-100.

273. Satz, P., Achenbach, K. & Fennel, E. Correlations between assessed manual laterality and predicted speech laterality in a normal population. Neuropsychologia, 1967, 5, 295-310.

274. Schott, B., Michel F., Michel, D. & Dumas, R. Apraxie idéomotrice unilatérale gauche avec main gauche anomique: syndrome de déconnexion calleuse ? Revue Neurologique, 1969, 120, 359-363.

275. Semmes, J. Hemispheric specialization: A possible clue to mechanism. Neuropsychologia, 1968, 6, 11-26.

276. Serafetinides, E.A. Laterality and voltage in the EEG of psychiatric patients. Disease of the Nervous System, 1972, 33, 622-623.

277. Seth, G. Eye-hand co-ordination and handedness. British Journal of Educational Psychology, 1973, 43, 35-49.

278. Shankweiler, D. Effects of temporal lobe damage on perception of dichotically presented melodies. Journal of Physiological Psychology, 1966, 62, 115-119.

279. Shankweiler, D. & Studdert-Kennedy, M. Identification of consonants and vowels presented to left and right ears. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1967, 19, 59-63.

280. Small, I.F., Small, J.G., Milstein, V. & Sharpley, P. Interhemispheric relationships with somatic therapy. Diseases of the Nervous System, 1973, 34, 170-177.

281. Smith, A. Speech and other functions after left (dominant) hemispherectomy. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry, 1966, 29, 467-471.

282. Smith, A. & Burklund, C.W. Dominant hemispherectomy: preliminary report on neuropsychological sequelae. Science, 1966, 153, 1280-1282.

283. Smith, I.M. Are two brains better than one ? Transcript: A Journal of the Humanities, Science and Technology in Education (Garnett College, London), 1973, May.

284. Smith, K.U. Experimental analysis of the associative mechanism of the human brain in learning functions. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 1952, 45, 66-72.

285. Smith, W.L. (Ed.): Drugs and cerebral function. Springfield, Ill.: Charles C. Thomas, 1970.

286. Souques, A. & Baruk, H. Un cas d'amusie chez un professeur de piano. Revue Neurologie, 1926, 33, Part I, 179-184.

287. Souques, A. & Baruk, H. Autopsie d'un cas d'amusie (avec aphasie) chez un professeur de piano. Revue Neurologie, 1930, 37, Part I, 545-556.

288. Sperry, R.W. Cerebral organization and behavior. Science, 1961, 133, 1749-1757.

289. Sperry, R.W. Some developments in brain lesion studies of learning. Federation Proceedings, 1961, 20, 609-616.

290. Sperry, R.W. Problems outstanding in the evolution of brain function. James Arthur Lecture, New York: American Museum of Natural History, 1964.

291. Sperry, R.W. Brain bisection and mechanisms of consciousness. In Eccles, J.C. (Ed.): Brain and consciousness experience. New York: Springer, 1966.

292. Sperry, R. W. Split-brain approach to learning problems. In Quarton, G.C., Melnechuck, T. & Schmitt, F.O. (Eds.): The neurosciences: A study program. New York: Rockefeller University Press, 1967.

293. Sperry, R.W. Hemisphere deconnection and unity in conscious awareness. American Psychologist, 1968, 23, 723-733.

294. Sperry, R.W. Mental unity following surgical disconnection of the cerebral hemispheres. The Harvey Lectures (Series 62). New York: Academic Press, 1968.

295. Sperry, R.W. Plasticity of neural maturation. Developmental Biology Supplement, 1968, 2, 306-327.

296. Sperry, R.W. Perception in the absence of the neocortical commissures. Assoc. Res. Nerv. Ment. Dis., 1970, 48, 123-138.

297. Sperry, R.W. Cerebral dominance in perception. In Young, F.A. & Lindley, D.B. (Eds.): Early experience in visual information processing in perceptual and reading disorders. Washington: National Academy of Sciences, 1970.

298. Sperry, R.W. How a developing brain gets itself properly wired for adaptive function. In Tobach, Shaw & Aronson (Eds.): The biopsychology of development. New York: Academic Press, 1971.

299. Sperry, R.W. Hemispheric specialization of mental faculties in the brain of man. In Douglass, M.P. (Ed.): Claremont Reading Conference Thirty-sixth Yearbook. Claremont, Calif. Claremont Graduate School, 1972, 126-136.

Lettre d'information

ASPECTS NEUROFONCTIONNELS ET EDUCATION

No. 6 Novembre, 1975

Spécialisation hémisphérique: La collaboration interhémisphérique et l'importance de la concordance fonctionnelle.

Bibliographie IV (no. 300 - 355)
(W. Luthé)

Rédaction: Centre de Développement en Environnement Scolaire, Université du Québec à Trois-Rivières et Commission Scolaire de Trois-Rivières.

5.00 La collaboration interhémisphérique

Le développement phylogénétique de notre système nerveux central avec sa division anatomique en deux hémisphères et ses spécialisations fonctionnelles peuvent être considérées comme manifestations de la sagesse biologique en face des exigences adaptationnelles rencontrées au cours de 50 millions d'années.[166] Le résultat structural de cette période d'évolution implique que la collaboration entre les deux hémisphères (i.e., échanges d'informations "horizontales") et entre les hémisphères et les structures nerveuses sous-jacentes (i.e., échanges d'informations "verticales")[235] s'est formée pour fonctionner comme ensemble bien intégré.[14,40,235]

Même si chacun des hémisphères peut fonctionner indépendamment (e.g., après commissurctomie), il est évident que le potentiel fonctionnel est considérablement augmenté si les circonstances permettent des échanges d'informations complémentaires à-travers les "câbles interhémisphériques" (i.e., commissures) et si la collaboration entre les systèmes de chaque hémisphère est flexible et efficace.[24,80,185,292]

5.10 Echanges interhémisphériques et fonctions adaptationnelles

D'une manière générale on peut dire que l'intégration favorable des fonctions de chaque hémisphère joue une position clef dans les processus qui permettent une adaptation aux exigences venant de l'environnement et de l'intérieur. Dans le continuum des processus d'adaptation, la disponibilité des fonctions analytico-rationalistes avec gestion linéaire (successive) et les fonctions holistiques de synthèse avec intégration des élaborations simultanées ont leur rôle à jouer.[165,298] Il est évident aussi que les exigences d'adaptation venant de l'environnement implique une utilisation plus fréquente de certains systèmes (e.g., de l'hémisphère gauche) que d'autres (e.g., ceux de

l'hémisphère droit) qui sont particulièrement disponibles pour s'occuper de certaines exigences (e.g., homéostatiques) venant de l'intérieur.

Inversement, on peut déduire que des interférences fonctionnelles, des inhibitions, des conditionnements rigides, des blocages fonctionnels entravent la collaboration interhémisphérique, réduisent le potentiel inhérent et diminuent les possibilités adaptationnelles.

5.20 Echanges interhémisphériques et la concordance fonctionnelle

Le fait que les systèmes de chaque hémisphère et les modes cognitifs particuliers de chaque hémisphère doivent se compléter dans la gestion et l'évaluation des stimuli (externes, internes) pour faciliter l'existence par une meilleure adaptation des réactions à certaines situations, implique que la concordance ou la discordance entre les élaborations de chaque hémisphère joue un rôle important.[78,79]

5.21 Si les informations venant de chaque hémisphère sont concordantes (i.e., tendent au même but, à la même conclusion, à la même réaction) on peut s'attendre à une facilité relative en ce qui concerne le cheminement fonctionnel. Il faut cependant faire une distinction entre la nature des réactions concordantes biaisées par conditionnement antérieur (e.g., éducation non-adaptée, traumatismes) et les réactions concordantes authentiques (non biaisées) qui se laissent considérer comme manifestations naturelles et vraies de l'individu. Cette distinction implique la possibilité de l'existence de réactions concordantes (non authentiques) qui par biais peuvent jouer contre le bien-être (l'intérêt, les besoins authentiques, les exigences adaptationnelles, l'apprentissage) de l'individu.

Hémisphère gauche: Hémisphère droit:

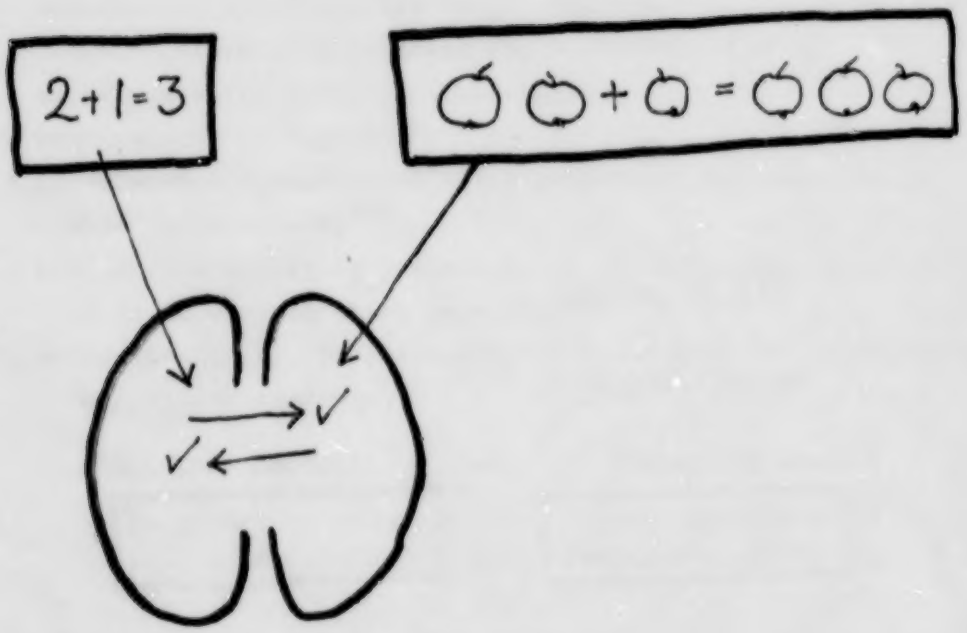


Fig. 1 La collaboration interhémisphérique: concordance d'information. [45,170,227,249,255,338,340]

5.22 Si les informations élaborées par les systèmes de chaque hémisphère sont discordantes (e.g., en général, en partie, en principe), la situation peut facilement provoquer des différents degrés de complications fonctionnelles. Un tel développement peut avoir des conséquences variables (e.g., blocage, adaptation inadéquate, conflit, perte d'énergie, réduction du potentiel mental, interférence avec l'apprentissage). Des phénomènes de discordance informative peuvent être le résultat de situations fonctionnelles diverses.[74] Par exemple, un biais de

degré différent de réactivité de certains systèmes de chaque hémisphère peut être causé par:

- ambiguité des stimuli (situation, tâche);
- ambivalence de l'attitude envers un stimulus (situation, tâche);
- manque d'entraînement de certains systèmes;
- supériorité fonctionnelle (e.g., hémisphéricité artificielle (voir Lettre d'Information No. 3, Octobre 1975);
- conditionnement antérieur inadéquat;
- enseignement inadapté;[146]
- interférence intentionnelle (volontariste) au cours de la gestion informative;[180]
- utilisation inadaptée des modalités de la concentration active et de la concentration passive;[218; 49,180,182]
- altération (e.g., artificielle, pathologique) du fonctionnement de certains systèmes.[22,30,48,50,97,132,133,150]

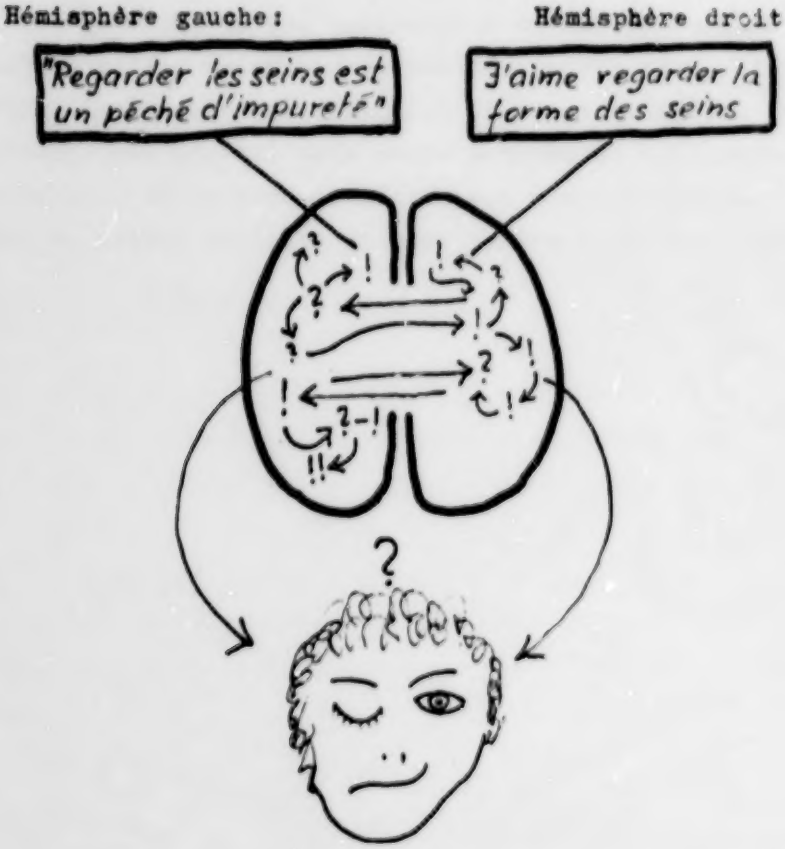


Fig. 2 La collaboration interhémisphérique: discordance d'information (biais éducatif).

5.30 Dans le développement de l'intégration interhémisphérique et des fonctions adaptationnelles, les effets des activités éducatives jouent un rôle important. La probabilité des conséquences négatives augmente à mesure que les activités éducatives ne sont pas adaptées à la situation neurofonctionnelle d'un individu. Sans adaptation à la disposition neurofonctionnelle, les meilleures intentions pédagogiques peuvent facilement devenir des renforcements continuels d'un cercle vicieux qui progressivement suffoque les potentiels authentiques de toute une classe ou de certains étudiants.[23,146,227,249,265]

5.40 Conclusion

En général, il est souhaitable de favoriser toute situation qui aide à maintenir le meilleur niveau de collaboration interhémisphérique par réduction et élimination des situations (stimuli) qui peuvent agir comme sources de discordance fonctionnelle. Cette recommendation est particulièrement importante en milieu scolaire et pour toutes activités éducatives.

Bibliographie
(no.300 - 355)

300. Sperry, R.W. Lateral specialization of cerebral function in the surgically separated hemispheres. In Mc Guigan, F. (Ed.): The psychophysiology of thinking. New York: Academic Press, 1973.

301. Sperry, R.W. Lateral specialization in the surgically separated hemispheres. In Schmitt, F.O. & Worden, F.G. (Eds.): The neurosciences: Third study program. Cambridge: MIT Press, 1974.

302. Sperry, R.W., Bogen, J.E. & Vogel, P.J. Syndrome of hemisphere deconnection. In Bailey, P. & Fiol, R.E. (Eds.): Proceedings 2nd Pan-American Congress of Neurology. Puerto Rico, Dept. de Instruct., 1970.

303. Sperry, R.W. & Gazzaniga, M.S. Language following surgical disconnection of the hemispheres. In Darley, F.L. (Ed.): Brain mechanisms underlying speech and language. New York: Grune & Stratton, 1966.

304. Sperry, R.W., Gazzaniga, M.S. & Bogen, J.E. Interhemispheric relationships: The neocortical commissures: Syndromes of hemisphere deconnection. Handbook of Clinical Neurology. Amsterdam: North Holland Publishing Co., 1969, 4, 273-290.

305. Sperry, R.W., Gazzaniga, M.S. & Bogen, J.E. Role of the neocortical commissures. In Vinken, P.J. & Bruyn, G.W. (Eds.): Handbook of clinical neurology, Vol. IV. Amsterdam: North Holland Publ., 1969.

306. Sperry, R.W. & Levy, J. Minor hemisphere function in the human commissurotomy patient. Acta Cientifica Venezolana, 1971, 22, Suppl. 2, 32-40.

307. Spreen, O., Benton, A.L. & Fincham, R.W. Auditory agnosia without aphasia. Archives of Neurology, 1965, 13, 84-92.

308. Springer, S. Ear asymmetry in a dichotic detection task. Perception and Psychophysics, 1971, 10, 239-241.

309. Stanley, J.C. Predicting college success of the educationally disadvantaged. Science, 1971, 171, 640-647.

310. Studdert-Kennedy, M. & Shankweiler, D. Hemispheric specialization for speech perception. Journal of the Acoustical Society of America, 1970, 48, 576-594.

311. Tallal, P. & Piercy, M. Developmental aphasia: Rate of auditory processing and selective impairment of consonant perception. Neuropsychologia, 1974, 12, 83-93.

312. TenHouten, W.D. & Kaplan, C.D. Science and its mirror image: A theory of inquiry. New York: Harper & Row, 1973.

313. Teszner, D., Tsavaras, A., Gruner, J. & Hécaen, H. L'asymétrie droite-gauche du planum temporale: A propos de l'étude anatomique de 100 cerveaux. Revue Neurologique, 1972, 126, 444-449.

314. Tomasch, J. Size, distribution, and number of fibres in the human corpus callosum. Anatomical Record, 1954, 119, 7-19.

315. Trevarthen, C.B. Analysis of cerebral activities that generate and regulate consciousness in commissurotomy patients. In Diamond, S.J. & Beaumont, J.G. (Eds.): Hemisphere function in the human brain. London: Paul Elek, Ltd., 1974.

316. Trevarthen, C.B. Relationships of the cerbral hemispheres with each other and with the brain stem. In Kinsbourne, M. & Smith, W.L. (Eds.): Hemispheric disconnection and cerebral function. Springfield, Ill.: Charles C. Thomas, 1974.

317. Troost, B.T. Daroff, R.B., Weber, R.B. & Dell'Osso, L.F. Hemispheric control of eye-movements. I and II. Archives of Neurology, 1973, 27, 441-452.

318. Umilla, C., Rizzolatta, G., Marzi, C., Zamboni, G., Franzini, C., Cameda, R. & Berlucchi, G. Hemispheric differences in the discrimination of the orientation. Neuropsychologia, 1974 1974, 12, 165-174.

319. Van Lancker, D. & Fromkin, V.A. Hemispheric specialization for pitch and 'tone': evidence from Thai. Journal of Phonetics, 1973, 1, 101-109.

320. Vella, E.J., Butler, S.R. & Glass, A. Electrical correlate of right hemisphere function. Nature, 1972, 236, 125-126.

321. Vogt, O. Ueber Fasersysteme in den mittleren und caudalen Balkenabschnitten. Neurologisches Centralblatt, 1895, 5 u. 6, (reprint, p. 1-19).

322. Wada, J.A. Morphologic asymmetry of human cerebral hemispheres. Temporal and frontal speech zones in 100 adult and 100 infant brains. Neurology, 1974, 24, 349.

323. Wada, J. & Rasmussen, T. Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance. Journal of Neurosurgery, 1960, 17, 266-282.

324. Watanabe, M. The conception of nature in Japanese culture. Science, 1974, 183, 279-282.

325. Watanabe, Livingston, Bloom & Harding. Letters to the editor. Science, 1974, 184, 849-853.

326. Weiss, M. & House, A. Perception of dichotically presented vowels. Journal of the Acoustical Society of America, 1973, 53, 57-58.

327. Weiten, W. & Etaugh, C.F. Lateral eye movements as related to verbal and perceptual-motor skills and values. Perceptual and Motor Skills, 1973, 36, 423-428.

328. Welch, K. & Penfield, W. Paradoxical improvement in hemiplegia following cortical excision. Journal of Neurosurgery, 1950, 7, 414-420.

329. Wells, C. Dynamic localization models. In Walter, D.O. (Ed.): Cerebral dominance. BIS Conference Report 34, 1974.

330. Wertheim, N. & Botez, M.I. Receptive amusia: a clinical analysis. Brain, 1961, 84, 19-30.

331. White, M.J. Laterality differences in perception. Psychological Bulletin, 1969, 72, 387-405.

332. Wilson, J., Vanne, R. & Darrow, C.W. Activation and automation in right and left hemispheres. EEG and Clinical Neurophysiology, 1957, 9, 570.

333. Witelson, S.F. Hemispheric specialization for linguistic and non linguistic tactual perception using a dichotomous stimulation technique. Cortex, 1974, 10, 3-17.

334. Witelson, S.F. & Pallie, W. Left hemisphere specialization for language in the newborn. Brain, 1973, 96, 641-646.

335. Wittrock, M.C. Replacement and non-replacement strategies in children's problem solving. Journal of Educational Psychology, 1967, 58, 69-74.

336. Wittrock, M.C. Learning as a generative process. Educational Psychologist, 1974, 11, 87-95.

337. Wittrock, M.C. A generative model of mathematics learning. Journal for Research in Mathematics Education, 1974, November.

338. Wittrock, M.C. The generative processes of memory. UCIA educator, 1975, 2, 33-43.

339. Wittrock, M.C., Doctorow, M.J. & Marks, C.B. Reading as a generative process. Journal of Educational Psychology, 1975.

340. Wittrock, M.C. & Goldberg, S.M. Imagery and meaningfulness in free recall: Word attributes and instructional sets. Journal of Genral Psychology, 1975, 92, 137-151.

341. Wood, C.C., Goff, W.R. & Day, R.S. Auditory evoked potentials during speech perception. Science, 1971, 173, 1248-1251.

342. Wright, J.J. Unilateral pleasure-center stimulation in split-brain cats. Experimental neurology, 1973, 40, 278-285.

343. Würtzen, C.H. Einzelne Formen von Amusie, durch Beispiele beleuchtet. Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, 1903, 24, 465-473.

344. Yarmey, A.D. & Bower, N.V. The role of imagery in incidental learning of educable retarded and normal children. Journal of Experimental Child Psychology, 1972, 14, 303-312.

345. Yates, F. The art of memory. London: Routledge and Kegan Paul, 1966.

346. Zaidel, E. Language competence and related functions in the right cerebral hemisphere following commissurotomy and hemispherectomy. Doctoral dissertation (unpublished), California Institute of Technology, 1973.

347. Zaidel, E. & Sperry, R.W. Level of consciousness in the surgically disconnected minor hemisphere. Cal. Tech. Biology Annual Report, 1973, 55.

348. Zaidel, E. & Sperry, R.W. Performance on the Raven's colored progressive matrices test by subject with cerebral commissurotomy. Cortex, 1973, 9, 34-39.

349. Zaidel, E. & Sperry, R.W. Memory impairment after commissurotomy in man. Brain, 1974, 97, 263-272.

350. Zangwill, O.L. Asymmetry of cerebral hemisphere function. In Garland, H. (Ed.): Scientific aspects of neurology. Edinburgh: Livingstone, 1961, 51-62. Baltimore: Williams & Wilkins, 1961.

351. Zangwill, O.L. Speech and the minor hemisphere. Acta Neurologia Belgica, 1967, 67, 1013-1020.

352. Zurif, E. & Bryden, M. Familial handedness and left-right differences in auditory and visual perception. Neuropsychologia, 1969, 7, 179-187.

353. Zurif, E. & Carson, G. Dyslexia in relation to cerebral dominance and temporal analysis. Neuropsychologia, 1970, 8, 351-361.

354. Zurif, E.B. & Mendelsohn, M. Hemispheric specialization for the perception of speech sounds: the influence of intonation and structure. Perception and Psychophysics, 1972, 11, 329-332.

355. Zurif, E. & Sait, P. The role of syntax in dichotic listening. Neuropsychologia, 1970, 8, 239-244.

Lettre d'information

ASPECTS NEUROFONCTIONNELS ET EDUCATION

No. 7 Décembre, 1975

Spécialisation hémisphérique : Remarques sur la 'déconnection' fonctionnelle. (W.Luthé).

Education bihémisphérique : Teaching Both Halves of the Brain. (Course Description, Weekend Symposium, University of California, Berkeley Extension, Feb.28-29,1976).

Program Notes: Duality of the Brain: Implications for Education (D.Galin).

Rédaction: Centre de Développement en Environnement Scolaire, Université du Québec à Trois-Rivières et Commission Scolaire de Trois-Rivières.

6.00 Aspects de la 'déconnection' fonctionnelle

Afin de mieux comprendre les éléments qui peuvent contribuer à créer certaines difficultés et conséquences négatives dans le secteur de l'enseignement et de l'apprentissage, il est indiqué de considérer les mécanismes de certains troubles fonctionnels sommairement appelés "syndromes de 'déconnection' fonctionnelle".

6.10 Analogue à la déconnection chirurgicale (voir 3.00, Lettre d'Information No. 5, Octobre 1975), une 'déconnection' fonctionnelle implique que la transmission (participation, intégration) normale des informations élaborées par un système donné est fonctionnellement empêchée (inhibée, bloquée). Un tel état d'inhibition peut exister pour une fraction de seconde ou peut devenir une situation chronique (e.g., par conditionnement éducatif) qui ressemble à une déconnection chirurgicale.

6.20 Si des phénomènes de 'déconnection' fonctionnelle font partie d'une gestion normale d'information et contribuent favorablement à maintenir une flexibilité d'échange entre les systèmes de chaque hémisphère (i.e., hémisphéricité naturelle),

6.30 il n'y a pas de problème. Mais si les 'déconnections' fonctionnelles reduisent l'efficacité de la collaboration inter-hémisphérique (ou intrahémisphérique), ce qui est particulièrement le cas pour les modes de 'déconnection' chronique (e.g., éducation inadaptée), il en résulte des désavantages progressifs et multiples pour l'individu (e.g., hémisphéricité artificielle relative; voir Lettre d'Information No. 3, Octobre 1975).

6.40 Actuellement des auteurs différents [22,30,34,99,107,114,121,122,124,208,209,216,218,299] considérent que les phénomènes de 'déconnection' fonctionnelle (de durée variable) peuvent se produire sous participation de facteurs d'origine diverse comme par exemple:

6.41 - infériorité ou supériorité fonctionnelle de certains systèmes hémisphériques (e.g., vitesse de reaction, spécialisation thématique);

6.42 - spécificité de l'information (i.e., certaines élaborations de l'hémisphère gauche (ou droite) n'ont pas de facilité d'élaboration concordante à droite (ou à gauche);

6.43 - principe physiologique d'alternance entre activité et repos par 'inhibition automatique' (e.g., semblable au principe d'innervation et inhibition reciproque dans le système musculaire; l'activité d'un système cognitif implique une 'inhibition automatique' d'un autre système cognitif);

6.44 - 'déconnection' ('dissociation', 'suppression') par mécanismes de protection homéostatique (e.g., fatigue d'un système; sommeil; oubli 'complet' de certains évènements qui peuvent stimuler beaucoup d'angoisse ou créer des situations de conflit);

6.45 - habitude ou conditionnement (e.g., l'enseignement à répétition que la terre est plate réduit ou élimine la possibilité de considérer, s'apercevoir ou accepter que la la terre est ronde);

6.46 - discordance d'information (e.g., conflictuelle) avec résolution par 'suppression' (inhibition, désengagement, dissociation, 'déconnection') d'une source d'information (voir Fig. 1);

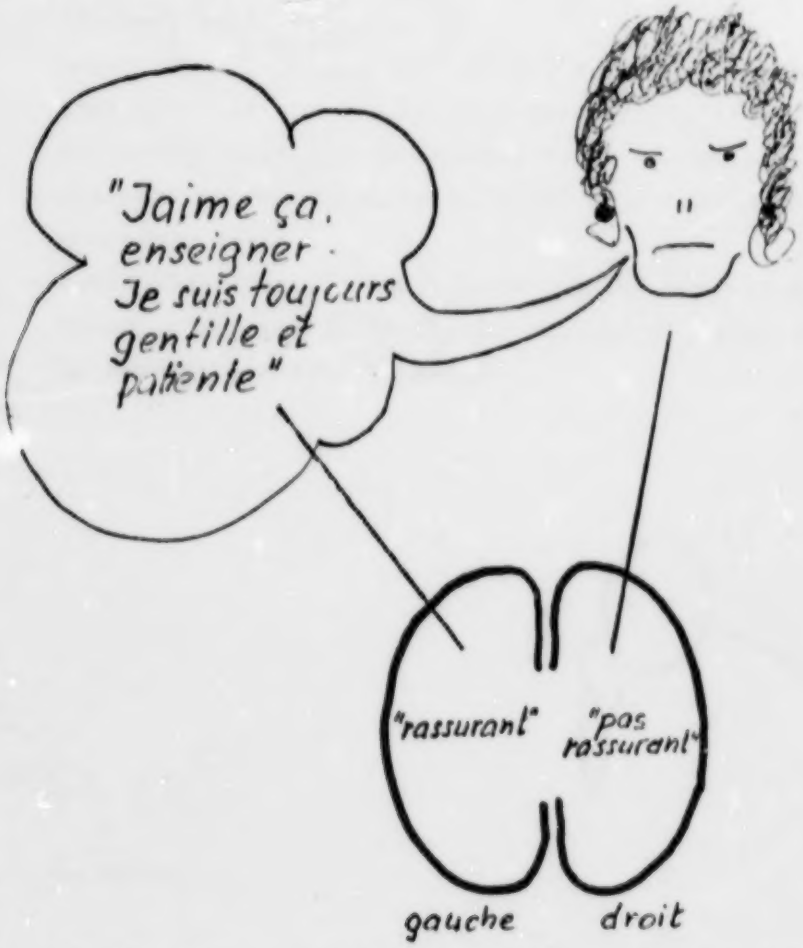


Fig. 1 Exemple de discordance d'information: l'hémisphère gauche réagit sur "J'aime ça enseigner - Je suis toujours gentille et patiente", tandis que les systèmes spécialisés pour saisir l'expression du visage dégagent une information qui est discordante (i.e., manque de gentillesse, manque de chaleur et de souplesse). Dans une telle situation, il se peut que la préférence de croire aux mots écoutés cause une suppression et 'déconnection' des systèmes d'information de l'hémisphère droit (une réaction inverse est également possible). Si le système qui élabore l'information non voulue est fonctionnellement 'déconnecté' le système n'est pas inactif mais peut envoyer ses élaborations vers d'autres circuit et déranger indirectement.

6.47 - direction volontariste de l'attention (e.g., direction de l'attention sur "A" implique que "Z" ne peut plus recevoir le même degré d'attention et se trouve dans une situation de 'déconnection' relative);

6.48 - modalité de concentration (e.g., la concentration active propositionnelle sur l'exécution des détails d'un dessin inhibe automatiquement les mécanismes de la concentration passive appositionnelle qui facilite le saisi et l'expression de l'ensemble, voir Fig. 2);

6.49 - motivation (e.g., l'hémisphère qui par expérience a la meilleure chance d'obtenir le résultat, récompense, réponse désirée gagne la supériorité fonctionnelle).

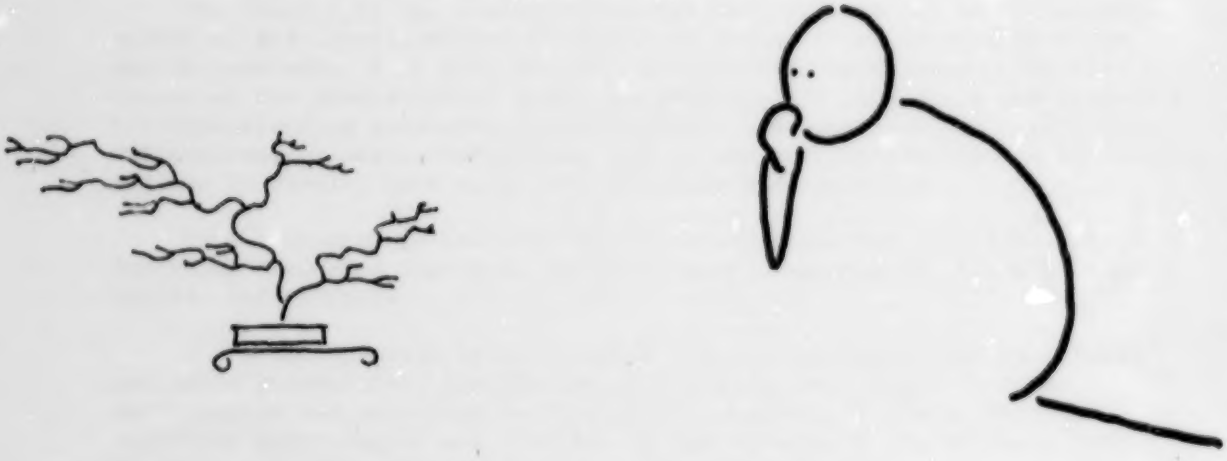


Fig. 2 Exemple d'une situation de contemplation avec concentration passive et de dominance appositionnelle de l'hémisphère droit. Ceci implique une 'inhibition automatique' des mécanismes de la concentration active et une désactivation des élaborations propositionnelles de l'hémisphère gauche.

COURSE DESCRIPTION
University of California, Berkeley Extension
Weekend Symposium
February 28 - 29, 1976

TEACHING BOTH HALVES OF THE BRAIN

We have finally learned a fact about the brain which is directly relevant to everyday pedagogical practice. Numerous experiments have demonstrated that the human brain is specialized for two different modes of consciousness. The left cerebral hemisphere operates in a linear, sequential mode which underlies language and analytic thought. The right hemisphere is specialized for a more intuitive mode which grasps the relations between the parts directly rather than by a sequence of deductions. This holistic process underlies intuitive thought and certain aspects of body sense, art, music, and crafts.

These two cognitive modes may be complementary or in conflict. Creativity may depend on their smooth integration; dyslexia and specific learning disabilities may result when they interfere with each other.

The duality of our consciousness has been pointed out in philosophy, religion, and literature for thousands of years; there is more than one way of knowledge, more than one way of validating experience. The discovery of the physiological basis for this duality provides a new framework for understanding many educational problems and opportunities: individual differences, cultural differences, how to use current educational materials, and how to develop more effective materials and curricula.

This symposium is intended for all those concerned with education, including classroom teachers, administrators, researchers, testers, counselors, and parents.

The symposium will bring together leading psychologists, educators, and brain scientists. The faculty will include Dr. Joseph E. Bogen, neurosurgeon and authority on split-brain studies; Dr. Merle Wittrock, cognitive psychologist and Chairman of the Faculty of the Graduate School of Education, UCLA; Dr. David Galin, neurophysiologist and Assistant Professor of Psychiatry, Langley Porter Institute, University of California, San Francisco; Dr. Paul Brandwein, Member of the National Humanities Faculty and Director of the School Department, Harcourt Brace Jovanovich, and author of The Permanent Agenda of Man: The Humanities; Thelma Valenstein, Director of the Child Development Program at Mercy College of Detroit and consultant to the Office of Child Development; and Dr. Robert E. Ornstein, Associate Professor of Medical Psychology, Langley Porter Institute, University of California, San Francisco and author of Psychology of Consciousness.

PROGRAM NOTES
University of California, Berkeley Extension
Weekend Symposium
February 28 - 29, 1976

DUALITY OF THE BRAIN: IMPLICATIONS FOR EDUCATION

David Galin, M.D. UCSF

Professional educators have long hoped that research on the brain would illuminate the process of education, but until recently the great advances and breakthroughs in brain research have been of interest only to other neuroscientists. Finally we have learned some facts about the brain which have profound implications for everyday classroom practice. It appears that our schools have been focusing most of their resources on tutoring only the left half of the brain. To develop all of a child's capacities we must have curricula and materials for both sides of the brain, and cultivate the ability to use these two different minds in a complimentary way.

Two minds in one head

The two cerebral hemispheres in humans are specialized for different cognitive functions, the left for verbal and analytic thought, and the right for intuition and understanding patterns. When the two hemispheres are surgically disconnected they each appear conscious: i.e., two separate conscious minds in one head. Not only are they separate minds, but because of their specialization they are different, not duplicate minds. These conclusions have been extensively documented.

Numerous experiments have demonstrated this specialization in normal people. The study of how the two half-brains cooperate or interfere with each other has just begun. In the normal person with intact connections between the hemispheres, are these systems smoothly integrated? Or do they alternate in control, taking turns directing behavior? Clearly, there are possibilities for both cooperation and for conflict. Although many uncertainties remain, enough is known to begin considering educational policies and practices within the framework of what we do understand about the brain.

Two modes of knowing

The dual aspects of our consciousness have been pointed out for thousands of years in literature, philosophy, art, and religion: There is more than one way of knowledge, more than one way of validating experience. In addition to the linear, logical approach which proceeds piecemeal, step by step, there is another mode which is intuitive and holistic, which grasps the relations between the parts directly rather than by a sequence of deductions.

Clinical and experimental studies lead us to conclude that these two ways of knowing are related to the specialization of the two cerebral hemispheres. It has been known for one hundred years that in typical right-handers the left

hemisphere is specialized for spoken language and its derivatives, reading and writing. A large injury to the left hemisphere will usually destroy these capacities. An injury to the right hemisphere does not usually interefere with speech, and for a long time the right hemisphere was considered to be just a rather stupid spare for the left. The specialization of the right hemisphere has only recently been widely recognized; it is very good at perceiving and expressing novel complex visual, spatial and musical patterns. A person with a large right hemisphere injury might have trouble copying a geometric figure, or matching a design with wooden blocks, or recognizing faces (even his own), or recognizing melodies. These tasks all require that the person keep in mind an over-all pattern of relations, not just the separate parts.

It is important to emphasize that what most characterizes the hemispheres is not that they are specialized to work with different types of material (the left with words and the right with spatial forms); rather, each hemisphere is specialized for a different cognitive style; the left for an analytic, logical mode for which words are an excellent tool, and the right for a holistic, gestalt mode, which happens to be particularly suitable for spatial relations.

The verbal-analytic style is extremely efficient for dealing with the object world. Our modern technology, standard of living, and scientific achievements depend heavily on highly developed linear, analytic methods.

The holistic mode of information processing is very good for bridging gaps; we can perceive a pattern even when some of the pieces are missing. In contrast, a logical, sequential mode cannot skip over gaps. In this imperfect world, since we are usually trying to operate with incomplete information, we very badly need to have a capacity to perceive general patterns and jump across gaps in present knowledge.

Complementarity or conflict

The analytic and holistic modes are complementary; each provides a dimension which the other lacks. Artists, scientists, mathematicians, writing about their own creativity, report that their work is based on a smooth integration of both modes. If we want to cultivate creativity it appears that we must first develop each mode, both the rational-analytic and the intuitive-holistic; second, we must develop the ability to inhibit either one when it is inappropriate to the task at hand; and finally we must be able to operate in both modes in a complementary fashion.

However, the two modes may also be in conflict; there is some mutual antagonism between the analytic and the holistic. The tendency of the left hemisphere to note details in a form suitable for expression in words seems to interefere with the perception of the overall patterns. This mutual interference has been suggested as the reason why our brains evolved with these two systems segregated into separate hemispheres.

Use of the inappropriate mode for a task may account for some common problems. My difficulties with dancing may be related to my excessive reliance on analytic sequential processes; instead of allowing a smooth synthesis of the separate parts, I have not been able to progress past counting "one...two... THREE..., one...two...THREE. Similarly, an excessive or inappropriate use of the

holistic mode could interfere with learning to read, or with carrying out sequential arithmetic calculations, such as balancing a checkbook.

Experimental evidence of interference between the right and left cognitive modes provides a new kind of support for Orton's hypothesis that lack of cerebral lateral specialization plays a major role in dyslexia and stuttering. This hypothesis has continued to sustain interest since the 1930's, in spite of a lack of convincing direct evidence. Until recently it was difficult to test this theory, because the only generally available index of cerebral lateralization was handedness, and handedness is only indirectly connected with cognitive lateralization. According to this theory, people with little hand preference were considered to be "high risk." The incidence of such people in clinical categories such as stuttering, dyslexia, and specific learning disability is usually found to be higher than in the normal population. New simple methods using brain waves (EEGs) are now available for studying lateralization of cognitive function. These methods can provide a much more direct and presumably more sensitive means for investigating disorders of laterality than measures based on hand, eye, or foot dominance.

Cognitive style: Individual and cultural differences

Difficulties may arise not only from a failure to develop lateral specialization but also from individual or cultural differences in preferred cognitive style. A student's difficulty with one part of curriculum may arise from his reluctance to choose the cognitive mode appropriate to the work he is doing. Several investigators have found that subcultures within the United States are characterized by a predominant cognitive mode: the middle class is likely to use the verbal-analytic mode; the urban poor is more likely to use the spatial-holistic mode. This results in a cultural conflict of cognitive style and may in part explain the difficulties of the urban poor children in the school system oriented toward the middle class. There seems to be a new recognition among educators of the importance of both modes of experiencing the world. This is exemplified by Jerome Bruner's book, On Knowing; Essays for the left hand. Many new programs (e.g., "Sesame Street") emphasize helping verbal-analytically oriented children to develop holistic mode skills as well as helping holistically-oriented childern to make use of the traditional verbal-analytic materials. Future progress in EEG biofeedback research may make it feasible to train an individual child to enter both cognitive modes appropriately. An individual may be able to learn to sustain a pattern of brain activity and the concomitant cognitive mode which is appropriate to reading and arithmetic on the one hand and painting and construction on the other.

Understanding specialization of the hemispheres gives us a new perspective on valuable individual differences which are sometimes interpreted as defects. The eminent neurologist Norman Geschwind recently observed:

> One must remember that practically all of us have a significant number of special learning disabilities...For example, I am grossly unmusical and cannot carry a tune...We happen to live in a society in which the child who has trouble learning to read is in difficulty. Yet we have all seen some dyslexic children who draw much better than controls, i.e., who have either superior visual-perception or visual-motor skills. My suspicion would be that in an illiterate society such a child would be in

> little difficulty and might in fact do better because of his superior visual-perception talents, while many of us who function well here might do poorly in a society in which a quite different array of talents was needed to be successful...As the demands of society change, will we acquire a new group of "minimally brain-damaged?"

Joseph Bogen has extended this observation, commenting that to the extent that our society has overemphasized analytic left hemisphere skills at the expense of holistic right hemisphere skills, much more is involved than the adjustment difficulties of isolated individuals. It means that the entire student body is being educated lopsidedly.

Cognitive development

This perspective may also be of use in understanding the sequence of cognitive development. It is now known that certain anatomical differences between the hemispheres are present at birth, and some lateral specialization has been shown behaviorally in very young children. However, the organization of the brain is very plastic in children: Since brain injuries before the age of twelve rarely result in permanent aphasia, it is reasonable to suppose that the lateralization of cognitive functions is still in flux after the acquisition of speech and even after the acquisition of written language.

The maturation of the child's cognitive power may be paralled by, and perhaps even depend upon, increasing lateral specialization and integration. The corpus callosum, the great bridge of nerve fibers which connects the two hemispheres, is not mature at birth; it is not completely developed until at least age four and perhaps not until after age 10. We can surmise that as the capacity for direct interchange between hemispheres develops, there will be stages of relative equilibrium and others of relative turmoil. Perhaps these stages will be found to correspond with the landmarks in cognitive development described by Piaget and others.

These are some of the areas in which we can see that the dual nature of the brain has direct implications for education. There are many other potentially fruitful avenues for speculation; for example, we may consider how the learning process of the two hemispheres may be affected differently by various daily schedules and school calendars; by the arrangement of the school building and the seating arrangements or lack of arrangement in the classroom, by opportunities or restrictions on gross physical movement.

Our present understanding of the brain can contribute to developing education research and theory, and to every-day classroom practice. The purpose of these remarks is not to turn educators into brain researchers: rather it is to encourage educators of all sorts, classroom teachers, administrators and researchers, to build on their experience, and to consider educational problems and opportunities within the framework of what is now known about the specializaion and interaction of the two halves of the brain.

Lettre d'information

ASPECTS NEUROFONCTIONNELS ET EDUCATION

No. 8 January, 1976

Spécialisation hémisphérique: Illustrations et remarques sur l'entrecroisement des voies visuelles et auditives. (W.Luthé).

: Remarques sur l'article de H.Hécaen (Université de Paris).

"La symétrie en neuropsychologie". (H.Hécaen; Totus Homo, 1970,2,1,8-15).

Rédaction: Centre de Développement en Environnement Scolaire, Université du Québec à Trois-Rivières et Commission Scolaire de Trois-Rivières.

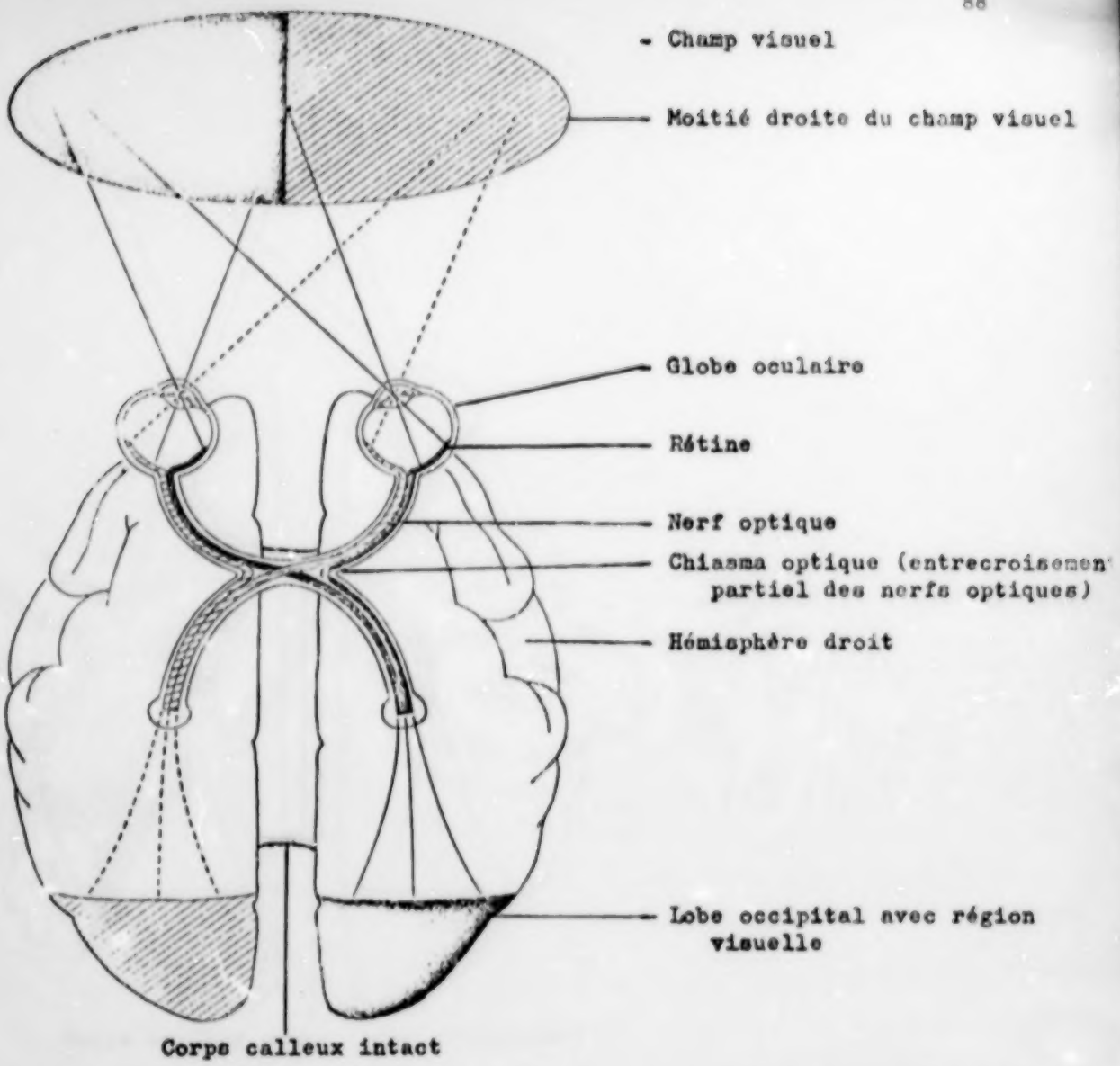


Fig. 1 Division anatomique et fonctionnelle du système visuel (vue d'ensemble des deux hémisphères par en bas). Les stimuli visuels qui arrivent sur la partie droite de la rétine de chaque oeil sont envoyés vers la région occipitale de l'hémisphère droi tandis que les stimuli du champ visuel qui excitent les parties gauches de la rétine de chaque oeil sont transmis vers l'hémisphère gauche. L'interaction entre le cristallin, la division anatomique de la rétine de chaque oeil et l'entrecroisement des fibres du nerf optique qui vient des parties "internes" de la rétine de chaque globe oculaire détermine que l'ensemble des stimuli visuels venant de la moitié gauche du champ visuel est enregistré par l'hémisphère droit, et que ceux venant de la moitié droite du champ visuel par l'hémisphère gauche. L'échange d'information visuelle venant des deux régions occipitales des deux hémisphères se fait par les fibres de connection interhémisriques qui font partie du corps calleux (corpus callosum).

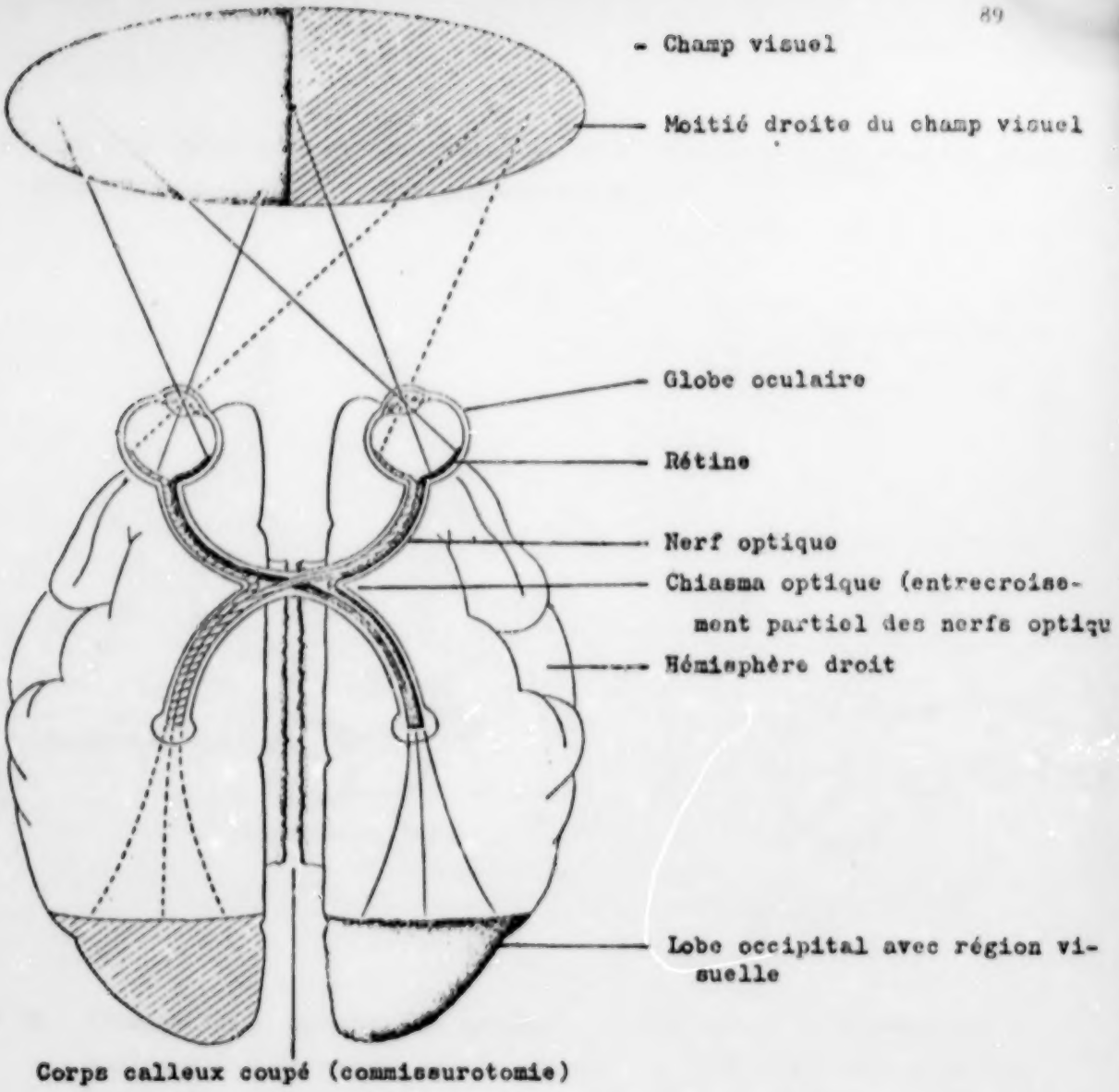
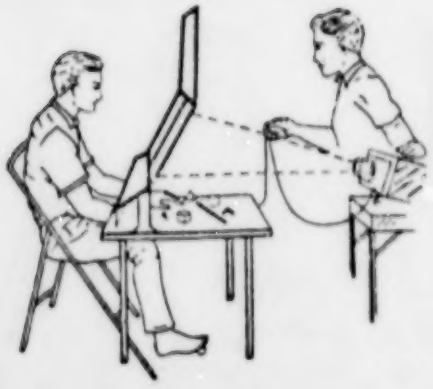
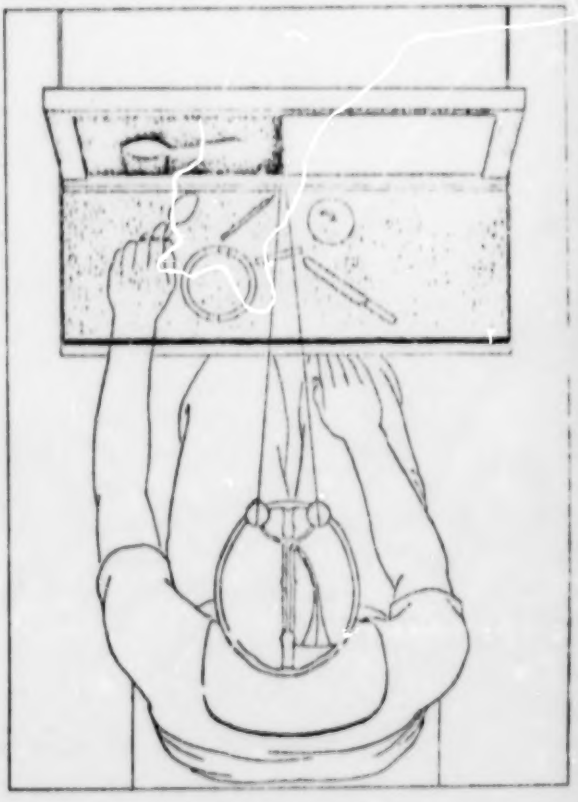


Fig. 2 Copure du corps calleux (i.e., commissurotomie): l'échange d'information visuelle entre les régions visuelles de chaque hémisphère est interrompu.[113] Alors, l'hémisphère gauche voit seulement ce qui est dans la moitié droite du champ visuel et l'hémisphère droit reçoit seulement des informations visuelles sur la moitié gauche du champ de vision. Dans cette situation un droitier (avec élaboration verbale surtout localisée dans l'hémisphère gauche) ne peut pas verbalement décrire des objects placés dans le champ visuel droit (vus par l'hémisphère gauche). Egalement, il n'y a pas de possibilité d'associer d'autres qualités visuelles de l'objet (e.g., formes, couleurs) qui normalement sont élaborées par l'hémisphère droit (i.e., aphasie optique).[121,122,404,428]

7.30 **Fig. 3 Vérification expérimentale de la spécialisation hémisphérique d'un patient droitier après commissurotomie.**[113,290,293,300,304,428]



7.31 A. Arrangement expérimental[293]

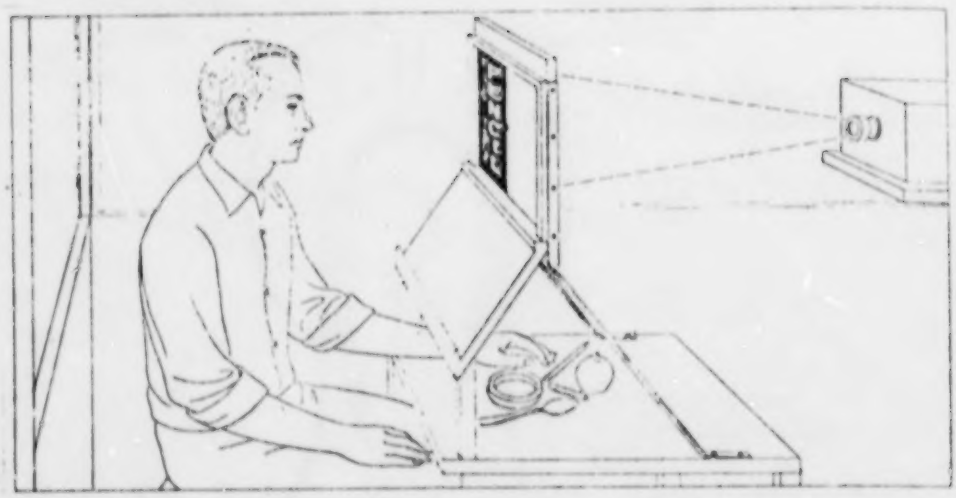


B.

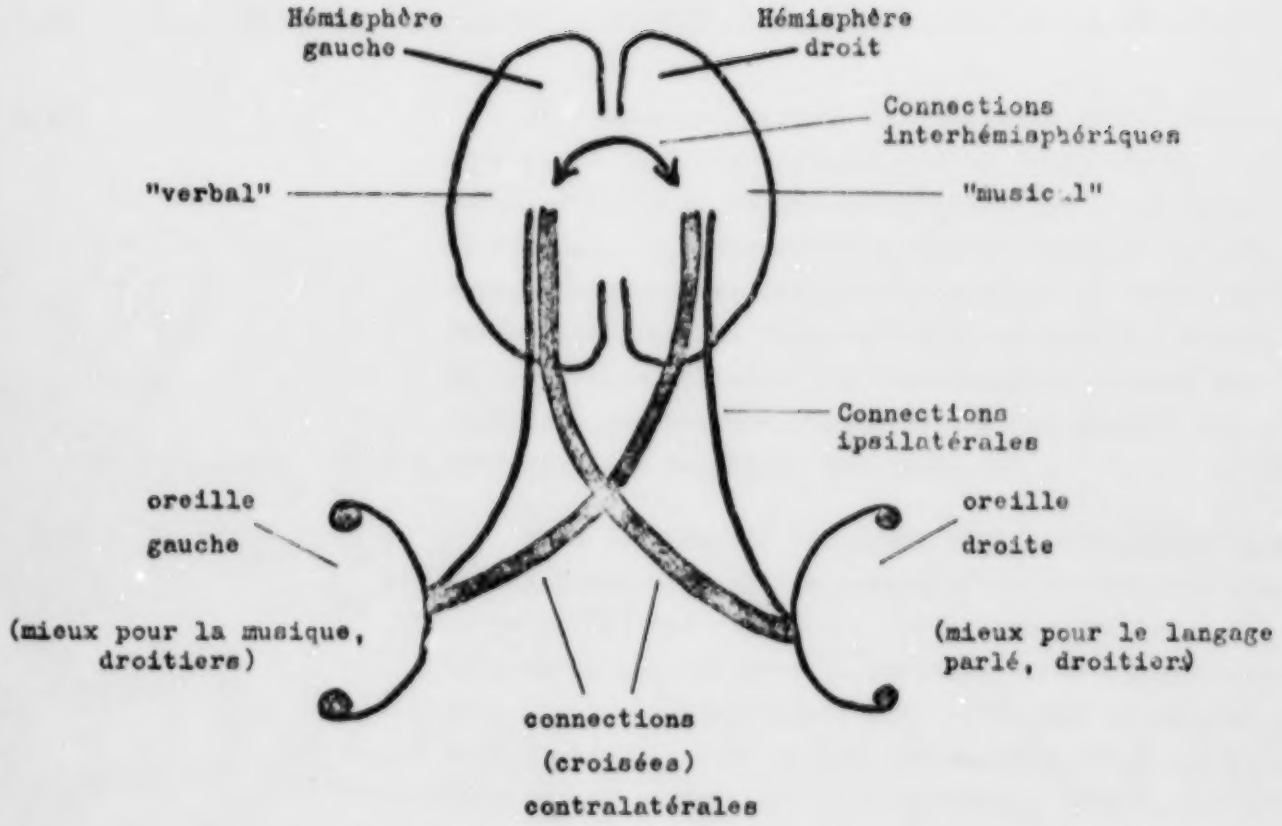
7.32 B. L'image d'une cuiller est projetée sur la partie de l'écran qui correspond à la moitié gauche du champ visuel (voir Fig. 1 et 2). Par conséquent l'image est vue par les moitiés droites de la rétine de chaque oeil (voir Fig. 1 et 2), tandis que les moitiés gauches voient l'écran blanc. La transmission (partiellement) croisée du nerf optique implique que l'image de la cuiller est vue exclusivement par l'hémisphère droit (voir Fig. 1 et 2).[113]

La main gauche (i.e., contralatérale) avec la sensibilité tactile (principalement envoyée vers l'hémisphère droit) est capable de choisir et manipuler correctement l'objet vu (sur l'écran, mais caché en-

7.33 dessous d'une planche) par l'hémisphère droit. Bien qu'une partie relativement faible des sensations tactiles de la main gauche arrive également dans l'hémisphère gauche, l'influx ipsilatéral des impulsions tactiles n'est généralement pas suffisant pour permettre au patient (droitier) de nommer ou verbalement décrire l'objet (i.e., fonction de l'hémisphère gauche) qu'il a dans la main gauche.[428,293,113]



7.40 C. Si le stimulus verbal est un nom simple (e.g., "PENCIL"),[113] des chances que l'hémisphere droit peut le comprendre sont meilleures qu'avec des stimuli qui sont des verbes. Ceci indique que l'hémisphère droit semble aussi avoir une capacité de lire, bien que beaucoup plus limité que celle de l'hémisphère gauche. Dans cette situation expérimentale (i.e., "PENCIL") le sujet peut correctement choisir l'objet avec sa main gauche, mais si ensuite on pose la question "Qu'est-ce que vous avez dans la main gauche ?", l'hémisphère gauche ne peut pas le savoir parce que les sensations tactiles et stéréognosiques de la main gauche sont transmises vers l'hémisphère droit, et le sujet répond "Je ne sais pas".[428; 293]



8.00 **Fig. 4** Voies auditives. Les voies auditives croisées ont une prévalence sur les voies ipsilatérales (non croisées). L'échange d'information entre les régions auditives de chaque hémisphère se fait par des connections inter-hémisphériques. Par exemple, chez les droitiers, l'oreille droite est supé-
8.10 rieure pour la réception des chiffres (surtout élaborée par l'hémisphère gau-
8.20 che) et l'oreille gauche est supérieure dans la réception auditive de certains stimulis non verbaux (i.e., dominance de l'hémisphère droit).

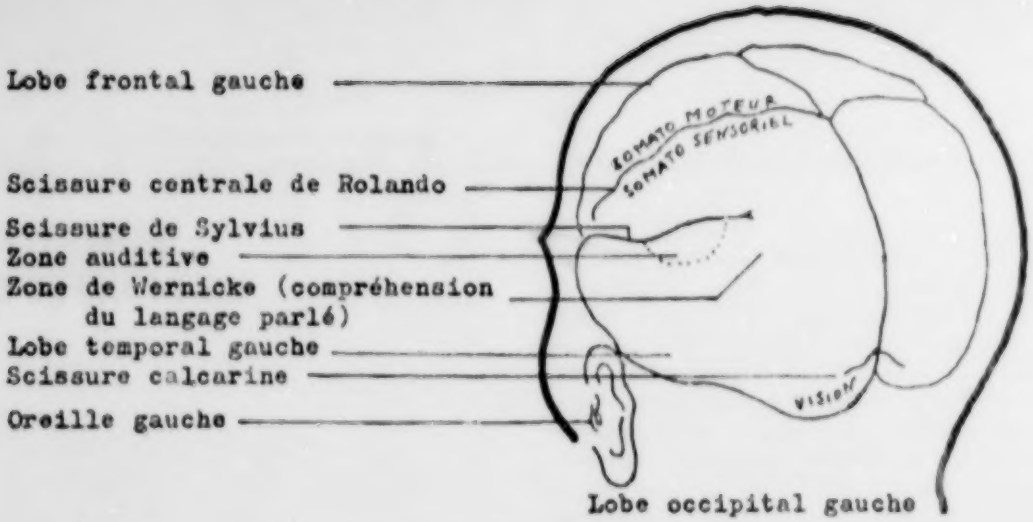
8.30 En considérant cette situation fonctionnelle, toutes sortes de questions pratiques se posent (e.g., si en classe on doit tenir compte de cette spécialisation des voies auditives).

9.00 Remarques sur l'article suivant de H. Hécaen (Université de Paris)

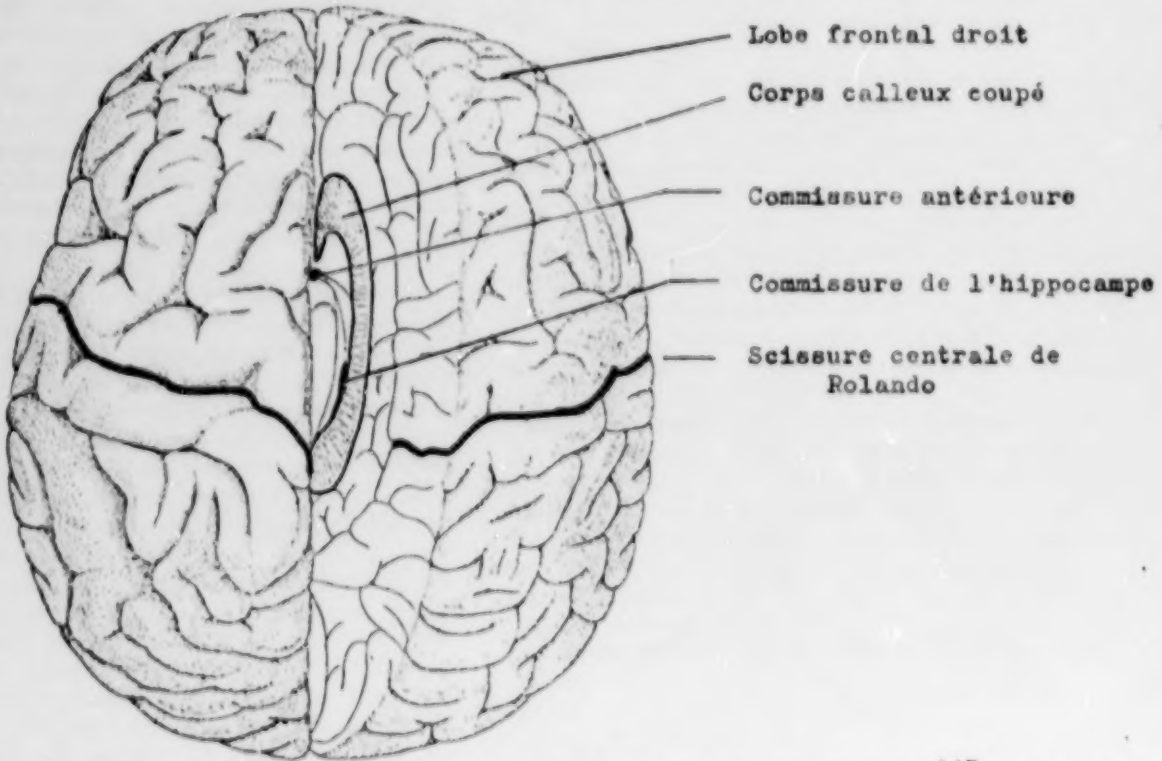
9.10 En 1963 Henry Hécaen (Les Hôpitaux Psychiatriques et Le Centre Neurochirurgicale Sainte-Anne, Paris, France) et Julian de Ajuriaguerra (Professeur de Psychiatrie, Université de Genève, Suisse) publièrent "Les gauchers: Prévalence Manuelle et Dominance Cérébrale" (Presses Universitaires de France, Paris). La traduction anglaise "Left-Handedness. Manual Superiority and Cerebral Dominance" a été publiée en 1964 (Grune & Stratton, New York).[150]

9.20 Dans son article "La symétrie en neuropsychologie" Hécaen présente quelques perspectives historiques ainsi qu'un résumé des recherches faites jusqu'au début de 1970 en ce qui concerne la spécialisation hémisphérique. Bien que l'orientation de cette vue d'ensemble soit plutôt clinique et que nos connaissances ont beaucoup avancé pendant les cinq dernières années, cet article contient des informations de base qui permettent une meilleure appréciation de certains aspects neurofonctionnels impliquant des conséquences pratiques dans le domaine de l'éducation.[394]

Pour faciliter la compréhension de certains passages du texte de Hécaen, le lecteur est invité à consulter les figures en combinaison avec les figures 5 et 6.



9.30 **Fig. 5** La position du cerveau dans le crâne (vue de gauche). Les zones du cortex largement responsable pour la motricité volontaire (de l'autre côté du corps) se trouvent en avant de la scissure centrale de Rolando. Un arrangement correspondant pour les impressions sensorielles (de l'autre côté) du corps est localisé dans les parties postérieures de la scissure centrale. (Figure basée sur celle de Penfield & Jasper, 1954, Fig. IX-4, p. 404).[437]



9.40 **Fig. 6** Les deux hémisphères du cerveau humain vus par en haut.[113] L'hémisphère droit est légerement déplacé vers la droite pour montrer la structure du corps calleux (coupé) et les deux autres connections interhémisphériques (i.e., commissure antérieure, commissure de l'hippocampe). (Figure basée sur celle de Gazzaniga[113] ds. Ornstein, 1973, Fig. 7.1, p. 89).[428]

B

UNIVERSITE DE PARIS - ECOLE PRATIQUE DES HAUTES ETUDES
CENTRE NEUROCHIRURGICAL STE ANNE - GROUPE DE RECHERCHES NEUROPSYCHOLOGIQUES ET NEUROLINGUISTIQUES

LA SYMETRIE EN NEUROPSYCHOLOGIE

H. HECAEN

Le cerveau est à première apparence un organe parfaitement symétrique dont les deux hémisphères entourant les noyaux gris centraux sont unis par des commissures dont la plus importante est de loin le corps calleux.

Sur le plan fonctionnel, cette symétrie fut également longtemps admise, chaque hémisphère contrôlant la motricité et la sensibilité de la moitié opposée du corps. Le fait, déjà souligné dans le corpus Hippocratique, avait été bien précisé dès les premiers résultats de la méthode anatomo-clinique au début du XIXème siècle. Sur le plan des fonctions mentales supérieures on concevait, à cette période, que le tissu cérébral constituait une structure homogène et équivalente dont le fonctionnement ne pouvait être que global.

L'idée de la parfaite symétrie des deux hémisphères était profondément ancrée chez les neurologistes bien qu'ils fussent amenés à constater presque journellement que les troubles du langage ne survenaient qu'avec les paralysies du côté droit. La dominance de l'hémisphère gauche pour cette fonction du langage ne fut reconnue qu'avec de très grandes réticences puisqu'un demi-siècle s'écoula après que BOILLAUD eut admis que le langage articulé dépendait des parties antérieures du cerveau.

Certes, Marc DAX, dès 1836, avait proclamé que le langage n'était perturbé que lors des lésions de cet hémisphère mais son mémoire, d'ailleurs assez anecdoctique, était passé inaperçu. BROCA eut à redécouvrir cette latéralisation hémisphérique. Toutefois, si dès son mémoire de 1861 il localisait la faculté du langage articulé au niveau du pied de F3, 4 ans s'écoulèrent avant qu'il se crut en droit d'affirmer la prévalence de l'hémisphère gauche pour cette faculté. En fait, il se refusait toujours à conférer des attributions différentes aux deux moitiés de l'encéphale. En effet, admettre une différence fonctionnelle entre deux organes pairs et symétriques tels que les hémisphères aurait violé selon lui une loi physiologique jusqu'ici sans exception. BROCA mettait en relation cette latéralisation gauche avec la prévalence manuelle droite qui est le fait de la grande majorité des humains. C'est en raison de cette prédisposition organique qui implique qu'un droitier manuel soit gaucher du cerveau, que cet hémisphère se développe plus précocement et par là devient plus apte à diriger l'exécution et la coordination des actes à la fois intellectuels et musculaires qui constituent le langage articulé. Ainsi, nait l'habitude de parler avec l'hémisphère gauche. Mais, il ne s'agit que du langage articulé car pour BROCA, la fonction du langage en général appartient aux deux hémisphères. Et BROCA d'ajouter que chez un petit nombre d'individus la prééminence native des forces motrices de l'hémisphère droit en donnant une prééminence aux fonctions de la main gauche renverse l'ordre des phénomènes: ces individus seront, à l'inverse du plus grand nombre, droitiers du cerveau.

A partir de cette constatation, on aboutissait plus ou moins implicitement à considérer le cerveau gauche chez le droitier comme l'hémisphère dominant pour toutes les fonctions symboliques. Puis, les travaux de LIEPMANN (1900) sur l'apraxie confirmèrent cette manière de voir en mettant en valeur l'importance de l'hémisphère gauche dans la mise en oeuvre de la fonction gestuelle. Quant aux troubles de la gnosie visuelle, on inférait à partir de cette proposition, plutôt qu'on ne déduisait de documents anatomo-cliniques, l'importance de la latéralisation lésionnelle gauche chez le droitier.

On reconnaissait ainsi une fonction exclusive à l'un des hémisphères — dit dominant — en raison des centres spécialisés qu'il possède. Mais, la constatation de faits infirmant le principe, tant sur le plan de l'aphasie (aphasie croisée) que sur le plan des gnosies, conduisit à substituer peu à peu au concept de dominance absolue, celui de dominance hémisphérique variable selon la fonction envisagée, puis même celui de simple prévalence fonctionnelle d'un des hémisphères.

(*) Ce travail, réalisé avec l'aide du C.N.R.S., de l'I.N.S.E.R.M. et de la Foundation Fund For Research in Psychiatry, a été présenté le 16 avril 1970 au *Séminaire sur la Symétrie* organisé par la Commission Nat. fr. Unesco.

Cependant, malgré quelques constatations anatomo-cliniques ou quelques hypothèses sur le rôle des lésions de l'hémisphère droit dans la production des troubles praxiques ou des troubles des gnosies spatiales, le rôle de cet hémisphère n'était pas en général retenu dans les fonctions supérieures.

Avec les premières descriptions des troubles de la reconnaissance du corps, son rôle est revalorisé et l'on oppose la symptomatologie se manifestant lors des lésions droites à celle rencontrée lors des lésions gauches, mais ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale que les travaux d'abord cliniques puis expérimentaux permirent d'affirmer l'asymétrie fonctionnelle des deux hémisphères.

• • •

Nous présenterons une brève, et par là schématique, revue des données sur l'asymétrie fonctionnelle hémisphérique obtenues aussi bien par les méthodes anatomo-cliniques que par les méthodes expérimentales chez le sujet normal.

Hémisphère gauche:

La dominance de cet hémisphère pour la fonction du langage une fois affirmée par BROCA ne suscita plus de discussions d'autant plus que les travaux de WERNICKE montrèrent bientôt que la lésion d'une zone plus postérieure de l'hémisphère était susceptible d'interdire la compréhension du langage dont l'intégrité avait paru à BROCA un des arguments essentiels pour admettre la participation des deux hémisphères à la fonction générale du langage. Les découvertes ultérieures permirent d'admettre une représentation relativement précise des fonctions du langage sur l'hémisphère gauche. Cette « aire du langage » systématisée par DEJERINE avant la première guerre mondiale n'a pas donné lieu à de modifications majeures quelles que soient les nouvelles méthodes utilisées. Seulement à la notion de centres on a substitué celle plus large de zone fonctionnelle; les variations individuelles, les faits de récupération qui peuvent être grands se comprennnent mieux en effet avec une représentation souple de l'organisation fonctionnelle en zones préférentielles, laissant la possibilité de substitution, qu'avec la représentation de mécanismes très limités et très rigides.

Des lésions de cet hémisphère dépendent aussi trois types de troubles du geste indépendants des atteintes de la motricité élémentaire: l'apraxie idéatoire, l'apraxie idéomotrice et l'apraxie constructive. L'*apraxie idéatoire* concerne les troubles du maniement des objets tandis que dans l'*apraxie idéomotrice*, ce sont les gestes de la symbolique conventionnelle, les gestes expressifs ou descriptifs qui sont perturbés. La relation de ces apraxies avec les troubles du langage est encore mal définie, il semble bien cependant que ces apraxies peuvent survenir, quoique assez rarement, indépendamment des troubles phasiques, traduisant des altérations d'un code particulier de communication ou d'une fonction de programmation des activités.

L'*apraxie constructive* fut d'abord décrite au cours des lésions hémisphériques gauches, mais est également produite par les lésions droites. Le sujet est incapable de dessiner, de construire, de copier des modèles simples, géométriques ou figuratifs. Ce trouble peut être totalement indépendant des désordres du langage. Bien que la question ne soit pas définitivement tranchée, l'apraxie constructive due aux lésions gauches paraît avoir des caractéristiques différentes de celles déterminées par les lésions droites; pour nous, elle traduit un trouble des activités de programmation s'exprimant dans le domaine de la construction à l'instar de celui se révélant dans les séquences gestuelles que réclame la manipulation des objets (apraxie idéatoire).

Les troubles de la perception visuelle en relation avec les lésions de cet hémisphère concernent essentiellement la reconnaissance des couleurs et des objets, alors que les données élémentaires sont appréciées. Pour certains toutefois, le rôle des perturbations du langage y serait capital. La perte de la reconnaissance de la signification de l'objet bien qu'elle soit limitée à la présentation optique traduirait soit une impossibilité de dénomination (aphasie optique, GESCHWIND), soit une impossibilité d'associer les qualités visuelles de l'objet (couleurs, formes...) pour parvenir à son identification.

Les recherches chez le sujet normal avec la méthode biaurale de Broadbent ont confirmé l'asymétrie qui existe dans la réception du matériel auditif à caractère verbal. Les travaux de ROSENZWEIG ayant en effet montré expérimentalement la prévalence des voies auditives croisées sur les voies ipsilatérales, la présentation simultanée à l'une et l'autre oreille de deux messages différents permet d'appré-

cier l'efficience de chaque hémisphère dans la perception du matériel. Les recherches de KIMURA, BRYDEN démontrèrent ainsi la supériorité de l'oreille droite pour la réception des chiffres, c'est-à-dire la supériorité de l'hémisphère dominant pour le langage chez le droitier. Un travail de SHANKWEILER et STUDDERT-KENNEDY permet même de préciser à quel niveau de la structure des sons du langage s'exerce la prédominance fonctionnelle de l'hémisphère gauche. Ces auteurs présentent biauralement à des sujets droitiers des paires de: 1) voyelles isolées synthétiquement préparées, 2) syllabes synthétiques ne se distinguant que par le phonème initial, 3) de syllabes voyelles-consonnes où les consonnes se distinguent par les traits de voisement et de lieu de l'articulation. Les résultats montrent un net effet de latéralisation dans les performances. Les syllabes en opposition phonémique étant significativement mieux identifiées lorsqu'elles sont présentées à l'oreille droite. Par contre, la différence n'existe pas pour les voyelles pour lesquelles les résultats sont égaux aux deux oreilles. Enfin, la dernière partie de l'expérience montre une différence significative d'identification en faveur de l'oreille droite pour les paires de syllabes (CV) se distinguant par deux traits articulatoires (voisement - lieu d'articulation). Ainsi était prouvé que dans la perception des sons de la parole la latéralisation intervient au niveau des processus impliquant non seulement l'opposition phonémique, mais l'analyse des traits distinctifs des phonèmes.
La supériorité de l'hémisphère gauche dans la perception auditive du matériel verbal se retrouve, mais peut être moins nettement, dans le domaine visuel. En effet, lorsqu'on présente successivement des lettres dans chaque hémichamp, la supériorité de l'hémichamp droit se manifeste, mais lors des présentations simultanées le rôle des habitudes de lecture intervient et les lettres situées à gauche sont mieux reconnues. Ce rôle des habitudes de lecture de gauche à droite est d'autant plus probable que les sujets ayant appris à lire d'abord en Hébreu où la direction est de droite à gauche, identifient mieux les lettres présentées dans le champ gauche et que, d'autre part, la supériorité de l'identification dans le champ gauche croît chez les enfants avec les années d'école.

Hémisphère droit.

Si cet hémisphère fut classiquement considéré comme muet, nous savons maintenant que ses lésions déterminent une symptomatologie particulière: trouble de la connaissance du corps, troubles visuospatiaux, troubles de la reconnaissance des visages (prosopagnosie).

C'est avec les *troubles de la connaissance du corps* que fut révélée la spécificité fonctionnelle de l'hémisphère droit. Lors de ses lésions, on constate en effet des comportements particuliers des malades; le sujet nie le déficit moteur qui a atteint son côté gauche (anosognosie), se comporte comme s'il ignorait l'existence de ce côté ou même peut en attribuer appartenance à autrui. Bien que de tels symptômes ne surviennent en général que chez des sujets dont la conscience est troublée et présentant des troubles sensitifs sur cet hémicorps, le fait qu'ils ne soient qu'exceptionnellement constatés en cas de lésion gauche oblige à considérer qu'une région de l'hémisphère droit, le carrefour pariéto-temporo-occipital, joue un rôle dans l'intégration des données sensorielles provenant d'une moitié du corps, du fait de la destruction de cette zone, l'hémicorps est ignoré du malade ou ressenti comme étranger à lui-même.

Outre cette négligence de l'hémi-espace corporel, les lésions droites déterminent fréquemment des hémi-inattentions de la partie controlatérale de l'espace extra-corporel. Ce trouble dit *agnosie spatiale unilatérale* se manifeste dans différentes activités: lecture, écriture, dessins, reconnaissance d'images, orientation, etc..., et peut même n'être pas limité à la modalité visuelle.

A ces troubles spatiaux sont fréquemment associés des *troubles praxiques*: *troubles visuo-constructifs* dans lesquels à la différence de ce qui se produit lorsqu'ils sont déterminés par les lésions gauches, la présence du modèle et de repères n'améliore pas la performance du malade; *apraxie de l'habillage* où la perturbation porte sur les gestes de disposition des vêtements dans l'espace corporel. L'*orientation spatiale* peut aussi être perturbée globalement soit que le sujet ne puisse plus s'orienter sur une carte géographique ou sur le plan de sa ville ou encore dans un test de labyrinthe (perte des notions topographiques) ou même s'égare dans des lieux bien connus de lui (perte de la mémoire topographique).

Des manifestations paroxystiques telles que les *illusions visuelles* de déformation des objets et de

l'espace dépendent aussi avec une fréquence significative des lésions droites.

Il n'est pas jusqu'à l'écriture, la lecture ou le calcul qui peuvent être perturbés par les lésions droites dans leurs conditions spatiales alors que le maniement lui-même des codes ne l'est pas.

Il est donc assez d'arguments d'ordre anatomo-clinique ou de psychologie expérimentale pour attribuer à l'hémisphère droit une fonction dans l'orientation spatiale, corporelle ou extra-corporelle, fonction qui paraît dépasser la seule modalité visuelle, les perturbations de l'orientation spatiale étant recontrées par exemple dans des chemins à suivre aussi bien selon des repères visuels que selon des repères tactiles. Enfin, il est apparu que certains troubles de la perception visuelle pouvaient être également attribués aux lésions de l'hémisphère droit. C'est en particulier le cas d'un type spécial d'agnosie visuelle, la non-reconnaissance de l'individualité des visages humains (prosopagnosie de BODAMER). Des recherches avec des épreuves comportant la reconnaissance de photographies de visages sur de larges séries de malades avec lésions unilatérales ont confirmé ces données anatomo-cliniques en montrant que les déficits étaient significativement plus élevés lors des lésions de l'hémisphère droit que lors des lésions de l'autre hémisphère. Bien pour certains (DE RENZI et coll.), ce déficit de reconnaissance puisse témoigner seulement d'un trouble perceptif plus global apparaissant dans la discrimination de tout matériel d'une certaine complexité perceptive, en raison de nos résultats et de ceux de YIN, on peut envisager sa nature spécifique. Sur l'hémisphère droit serait ainsi représentée une fonction propre à l'espèce humaine; l'identification des visages des membres de l'espèce, de même que sur l'hémisphère gauche est représentée une autre fonction spécifique de l'espèce humaine: le langage. A l'exception peut-être du dernier symptôme que nous venons de signaler, les différents troubles déterminés par les lésions de l'hémisphère droit paraissent avoir pour caractère d'être polysensoriels et de concerner principalement la moitié de l'espace ou du corps.

En outre, les déficits portent avant tout sur le matériel auquel une étiquette verbale peut être difficilement conférée et se manifestent quel que soit le type de la tâche à laquelle est soumis le malade: rétention, identification ou apprentissage. Des auteurs ont admis que la caractéristique du matériel dont la reconnaissance donne lieu à déficits relève soit de la familiarité des stimuli présentés (D. KIMURA), soit de leur complexité (DE RENZI et coll.). Nous avions envisagé avec ANGELERGUES que les déficits dus aux lésions droites traduisaient principalement une difficulté de l'identification entre éléments d'une même catégorie, tandis que les lésions gauches perturbaient la reconnaissance des catégories elles-mêmes.

Plus généralement et plus sûrement on doit reconnaître que la séparation des deux types de troubles produits par les lésions de l'un et l'autre hémisphère se fait par le caractère verbal ou non du matériel à identifier, quelle que soit la modalité sous laquelle il est présenté.

Les recherches récentes dans le domaine auditif chez les sujets avec lésion unilatérale cérébraie ou chez les normaux sont à cet égard assez démonstratives.

Déjà les recherches cliniques avaient de longue date démontré l'intégrité fréquente des capacité musicales lors des aphasies, fussent-elles du type surdité verbale et à l'inverse de la présence des amusics sans troubles du langage. On connait enfin des observations anatomo-cliniques dans lesquelles les troubles des capacités musicales sont survenus lors des lésions de l'hémisphère droit; il s'agit surtout dans de tels cas de trouble du rythme et de paracousies (illusions auditives).

Les recherches de B. MILNER (test de Seashore), de SHANKWEILER (reconnaissance de mélodies familières) montrent que, après des lobectomies temporales, les déficits sont significativement plus marqués dans l'appréciation du timbre, de la sonorité et de la mémoire mélodique lorsque la lobectomie a été pratiquée à droite que lorsqu'elle a porté sur le lobe gauche.

Des études chez les sujets normaux par la même méthode d'écoute biaurale que celle utilisée pour affirmer la dominance hémisphérique gauche dans la réception auditive verbale ont montré aussi que la dominance hémisphérique droite existait dans la réception auditive des stimuli non verbaux. En effet, KIMURA a constaté que l'appréciation du nombre des clicks entendus simultanément aux deux oreilles était significativement supérieure à l'oreille gauche chez les sujets dont la rétention des chiffres était meilleure à l'oreille droite avec cette même méthode. La prévalence de l'oreille gauche se retrou-

vait aussi lors de la présentation biaurale de brefs extraits de mélodies ou de signaux sonar.

• • •

Ainsi, les données pathologiques, cliniques et expérimentales et l'étude des sujets normaux se recoupent-elles pour témoigner de l'asymétrie fonctionnelle des deux hémisphères. L'hémisphère gauche représente essentiellement le substrat des mécanismes sous-tendant le langage, certains systèmes servant à la communication tels que le système gestuel ainsi que la perception des éléments sensoriels qui reçoivent aisément une étiquette verbale. Il faut aussi signaler que la comparaison entre les performances réalisées par les sujets avec lésion de cet hémisphère et celles réalisées par les sujets avec lésion droite sur des tests dits d'abstraction montrent un déficit significativement plus marqué dans le premier cas, ce déficit n'étant pas obligatoirement lié à la perturbation linguistique. A l'hémisphère droit paraissent dévolues l'organisation et la perception des données spatiales, les coordinations sensorimotrices, de même que la perception du matériel non-verbal et l'identification des visages humains.

Cette asymétrie dans les mécanismes nerveux hémisphériques n'est pas le caractère de toutes les activités cognitives, mais seulement de celles qui pourraient être dites instrumentales puisqu'elles servent d'outils aux êtres humains pour communiquer entre eux et pour connaître le monde extérieur ou agir sur lui. Les connexions fonctionnelles interhémisphériques ne peuvent donc pas être envisagées sur un mode unique. Schématiquement, on peut reconnaître cinq modes de fonctionnements interhémisphériques.

1) *Les régions symétriques ont la même fonction, mais en rapport avec la moitié opposée du corps.* Ce type de fonctionnement hémisphérique est celui admis pour les fonctions élémentaires motrice, sensitive et sensorielle encore que des réserves doivent être posées même pour ces fonctions élémentaires.

2) *Chacune des aires cérébrales symétriques possède une fonction identique.* Il en serait ainsi pour le lobe frontal dont les lésions unilatérales, quel que soit le côté, entraîneraient des déficits à type de persévération, absents chez les sujets porteurs de lésions de sièges différents. Ces résultats sont donc en faveur de l'hypothèse de LASHLEY de l'action de masse encore que l'on ne sache pas si une lésion bilatérale accroît ou non le déficit.

3) *La duplication simple de fonction entre les hémisphères* telle que la relève la neuropsychologie animale avec équipotentialité entre des aires symétriques ne peut être évoquée chez l'homme qu'en présence des troubles mnésiques antérogrades, proches du syndrome de KORSAKOW et déterminés quasi toujours par des lésions bilatérales de l'hippocampe.

4) *L'interaction hémisphérique est hiérarchisée.* Un hémisphère est dominant et sa lésion détermine des troubles fonctionnels tandis que la lésion de l'hémisphère subordonné ne détermine qu'un déficit nul ou insignifiant dans cette sphère fonctionnelle. C'est la relation fonctionnelle admise pour le langage. L'apraxie bilatérale, idéomotrice ou idéatoire n'est également déterminée, rappelons-le, que par les lésions de l'hémisphère gauche.

5) *Un type de fonctionnement asymétrique des hémisphères* peut être retenu pour un certain nombre de performances.

Cette asymétrie de fonction peut être révélée selon trois modalités:

a) *Une différence qualitative* peut être constatée entre les déficits déterminés par les lésions de l'un et l'autre hémisphère. Ainsi lors des lésions droites constate-t-on des phénomènes d'agnosie spatiale unilatérale, des déficits dans l'interprétation des images, dans la discrimination auditive du matériel non-verbal, tandis que lors des lésions gauches ce sont l'évocation et l'apprentissage du matériel verbal qui sont perturbés.

b) *Des différences quantitatives* peuvent seules exister entre les déficits produits par lésions hémisphériques droites et gauches. Peut-être est-ce le cas pour les troubles visuo-constructifs comme certains le soutiennent arguant d'une simple différence de fréquence et d'intensité des troubles selon les deux hémisphères? Soulignons toutefois que les recherches de GAZZANIGA, SPERRY et BOGEN (1965) chez des sujets avec section calleuse ont donné des résultats en faveur d'une latéralisation droite de la composante spatiale de la perception visuelle.

c) *Le déficit peut enfin concerner la même fonction sur chaque hémisphère, mais avec une disposition topographique différente.* Lors des lésions droites,

par exemple, les troubles somatognosiques frappent l'hémicorps controlatéral, tandis que lors des lésions de l'hémisphère opposé la connaissance du corps est perturbée bilatéralement. Notons également que des déficits élémentaires tactiles, auditifs ou visuels ont été constatés bilatéralement, lors des atteintes corticales gauches tandis que leur disposition controlatérale était le fait des lésions droites.

L'interaction entre les aires symétriques des hémisphères doit donc être envisagée de façon multiple, allant de la représentation en miroir sur chaque hémisphère de l'hémicorps ou de l'hémirétine, et partant de la moitié de l'hémi-espace, jusqu'à la représentation fonctionnelle limitée quasi exclusivement à une aire déterminée sur un hémisphère en passant par des aires symétriques de fonction identique et capables de suppléance mutuelle.

Peut-être cette asymétrie réside-t-elle dans une différence d'organisation corticale des représentations fonctionnelles sur chaque hémisphère comme certains résultats le laissent prévoir non seulement pour les fonctions supérieures (HECAEN et ANGELERGUES, 1963, SEMMES, 1965), mais aussi pour les fonctions élémentaires sensitives ou visuelles (SEMMES et coll., 1960, DORFF et coll., 1963). Les représentations seraient organisées sur l'hémisphère droit de façon plus diffuse, réalisant une intégration polysensorielle, dépassant les modalités, et ne concernant que le côté controlatéral du corps tandis que sur l'hémisphère gauche, elles seraient plus localisées, plus spécifiques à une modalité, concerneraient les deux côtés du corps ou de l'espace et aptes à réaliser les coordinations sensoriomotrices les plus fines nécessaires aux comportements les plus élevés tels que le langage et les habiletés manuelles, (J. SEMMES).

Ainsi, les preuves anatomo-cliniques et expérimentales abondent pour affirmer cette asymétrie fonctionnelle hémisphérique, mais sur le plan anatomique, les différences interhémisphériques apparaissent minimes et VON BONIN en 1962, pouvait conclure de cette façon: « Une de ces différences anatomiques: l'hémisphère gauche a une gravité spécifique inférieure à celle du droit. Ceci signifierait qu'il existe un peu plus de cortex sur le côté gauche, ce qui concorde avec le fait que la scissure de Sylvius est un peu plus longue et que l'insula est plus étendue en hauteur et en longueur à gauche qu'à droite, que le sulcus cinguli est plus souvent double à gauche qu'à droite et que la scissure calcarine décrit une courbe plus souvent à gauche qu'à droite. Mais toutes ces différences morphologiques sont après tout, tout à fait minimes ».

On fera toutefois état des constatations de W. LEVITSKY et N. GESCHWIND qui insistent sur les différences morphologiques dans la taille du planum temporal à droite et à gauche. Dans une proportion de 6 contre un, cette région qui fait partie de la zone de WERNICKE, est plus grande sur l'hémisphère gauche et cette différence de grandeur paraît suffisante à ces auteurs pour rendre compte des différences fonctionnelles des deux hémisphères. En outre, il faut faire état des recherches de CARMON et GAMBOS qui permettent d'envisager une différence dans l'irrigation sanguine des deux hémisphères. Sur le plan électrophysiologique, la recherche de critères de dominance hémisphérique s'avère incertaine étant donné la discordance entre les travaux récents sur l'amplitude respective des potentiels évoqués sur chaque hémisphère selon le côté de la stimulation périphérique offrent quelques résultats prometteurs, ils ne peuvent encore permettre d'obtenir un critère de la dominance hémisphérique.

On sait enfin par l'étude des aphasies acquises chez l'enfant que la dominance hémisphérique ne peut être considérée comme affirmée chez l'homme avant les abords de la puberté. En effet, jusqu'à cette période, les lésions hémisphériques unilatérales gauches ne déterminent chez les enfants ayant acquis le langage que des aphasies transitoires, ne révélant pas le même aspect que chez l'adulte; les troubles du langage surviennent même dans une proportion relativement importante lors des lésions droites chez l'enfant droitier.

On serait donc tenté d'admettre que l'asymétrie fonctionnelle n'est que le résultat du développement structural si deux ordres de constatations récentes ne plaidaient en faveur d'une asymétrie structurale présente les premiers jours de la vie.

D'une part, WADA a retrouvé la même différence morphologique entre les deux hémisphères dans des cerveaux de nouveau-nés que celle décelée par LEVITSKY et GESCHWIND dans les cerveaux d'adultes, d'autre part, B. MILNER montre que des lésions néonatales de l'hémisphère gauche n'entraînent de déplacement de la représentation du langage sur l'autre hémisphère que s'il s'agit de larges lésions hémisphériques ou de petites lésions mais alors situées sur la région temporale postérieure.

Enfin, il n'est pas possible d'envisager la question de la dominance cérébrale sans envisager ses relations avec la prévalence manuelle. BROCA, nous l'avons vu, avait lié ces deux notions et admis que la prévalence manuelle gauche correspond obligatoirement à une dominance hémisphérique droite et cette opinion fut admise presque sans discussion jusqu'à la deuxième guerre mondiale. Les résultats des recherches ultérieures, en revanche, sont en faveur d'un certain degré d'ambilatéralité de la représentation du langage et des autres fonctions instrumentales chez les sujets gauchers. La moindre fréquence des troubles permanents du langage, du geste et de la perception, la présence de syndromes mixtes, c'est-à-dire, la coexistence de troubles propres à la lésion de l'un et l'autre hémisphère, la moindre intensité, le caractère paroxystique ou transitoire de ces troubles, quel que soit l'hémisphère lésé, plaident en ce sens. On a pu déterminer dans une importante proportion des épileptiques gauchers des troubles du langage lors de l'injection intracarotidienne d'amytal sodique (test de WADA) successivement pratiquée d'un côté puis de l'autre. Enfin, lorsque le test d'écoute biaurale est pratiqué chez des gauchers normaux, la prédominance de l'oreille droite (c'est-à-dire du cerveau gauche) pour le matériel verbal, n'est pas retrouvée aussi nettement que chez les sujets droitiers. Mais, les gauchers ne paraissent pas représenter un groupe homogène. En effet, la bilatéralisation cérébrale qu'elle soit décelée par le type de symptomatologie rencontré dans les lésions hémisphériques unilatérales ou par les méthodes expérimentales chez les normaux semble être le fait des gauchers avec stock familial de gaucherie. Ainsi, la comparaison entre les troubles de langage oral des gauchers familiaux et ceux des gauchers non-familiaux nous a montré que ces troubles lors des lésions droites étaient quasi exclusivement rencontrés chez les premiers. Il n'y avait aucune différence significative dans le degré des troubles du langage oral et de la lecture, que la lésion siège à droite ou à gauche chez les gauchers familiaux, tandis que chez les gauchers non-familiaux la même symptomatologie que chez les droitiers était rencontrée selon la latéralisation lésionnelle.

• • •

L'asymétrie fonctionnelle hémisphérique se révèle ainsi de plus en plus importante et non plus limitée à la seule fonction du langage; elle représente un caractère spécifiquement humain, aucune expérience n'ayant jamais révélé chez des animaux de différence dans le fonctionnement des aires corticales symétriques ni même d'altérations des performances lorsque l'une de ces aires est respectée. Mais, la notion de dominance hémisphérique ne doit sans doute pas être envisagée de façon trop absolue. Ces dernières années s'est manifestée en effet une tendance à réenvisager la participation de l'hémisphère droit, comme l'avait toujours maintenu H. JACKSON, aux activités du langage. Cette participation n'est d'ailleurs que mineure ou se manifeste seulement lors d'une large lésion gauche pour assurer une certaine compensation fonctionnelle ou bien encore se limite à certaines conditions du langage écrit.

En effet, l'étude des sujets avec lésion droite a révélé quelques légers déficits dans le maniement du code linguistique mais surtout dans les aspects spatiaux de l'écriture ou de la lecture. Après hémisphérectomie gauche, une récupération assez considérable de l'expression et de la compréhension verbale a pu être constatée. Enfin, et surtout, lors des expériences menées par SPERRY et GAZZANIGA chez les malades avec cerveau dédoublé, l'hémisphère droit a pu manifester malgré son impossibilité d'expression un certain degré de compréhension du matériel verbal présenté oralement ou par écrit.

En conclusion, on doit admettre que des fonctions diverses dépendent de chaque hémisphère; que ces fonctions soient multiples ou qu'il s'agisse de différents aspects dépendant d'un facteur commun, elles sont représentées dans des régions définies de l'hémisphère, mais les autres régions peuvent également participer à l'exercice de la fonction, quoique de manière plus atténuée et selon un certain gradient.

Certains travaux récents permettent de suspecter qu'à côté de cette représentation horizontale existe une représentation verticale, les formations sous-corticales intervenant dans la réalisation des performances sous-tendues par le mécanisme nerveux de l'hémisphère avec lesquelles ces formations sont en rapport; ainsi serait constitué un système fonctionnel cortico-sous-cortical propre à chaque moitié du cerveau. Enfin, il n'est pas exclu que l'hémisphère dit mineur puisse également intervenir dans la fonction lorsque l'hémisphère majeur est devenu incapable de l'exercer ou encore qu'il assure certaines conditions particulières de cette fonction.

Les fonctions élémentaires motrices et sensorielles sont, elles, représentées de façon apparemment symétrique sur chaque hémisphère pour la moitié du corps opposée, encore qu'une certaine asymétrie de ces représentations semblent ressortir des travaux récents.

Enfin, à côté des activités instrumentales, en général liées au fonctionnement d'un hémisphère, il faut aussi considérer des fonctions qu'on pourrait provisoirement appeler fondamentales, à représentation bilatérale et symétrique. Les lésions hippocampiques bilatérales, par exemple, entrainent des troubles globaux de la rétention mnésique, mais n'altèrent pas spécifiquement les activités instrumentales. B. MILNER, en outre, a montré qu'en cas d'ablation unilatérale de l'hippocampe associée à celle des régions néocorticales voisines, le trouble de la rétention et de l'apprentissage porte alors spécifiquement et uniquement sur l'activité instrumentale dépendant de l'hémisphère en cause (langage à gauche, activités spatiales, quelle que soit la modalité sensorielle, à droite).

Si les faits s'accordent avec une telle conception pour les fonctions de fixation mnésique, on ne peut, en revanche, que formuler des hypothèses sur la réalité d'autres fonctions fondamentales (fonction de vigilance attentionnelle, fonction de programmation...). La perturbation de ces fonctions se manifesterait également dans le comportement global lorsque les lésions restent limitées à l'aire précise qui les sous-tend, mais uniquement dans les fonctions instrumentales propres à chaque hémisphère lorsque ces aires sont lésées unilatéralement et conjointement à une atteinte des régions voisines.

Lettre d'information

ASPECTS NEUROFONCTIONNELS ET EDUCATION

No. 9 Janvier, 1976

Spécialisation hémisphérique: Mode cognitif et mouvement des yeux.

: "Educational Significance"
(M.S.Gazzaniga, State University of New York, Department of Psychology; extrait de "Review of the Split Brain", J. Neurol., 1975, 209, 75-79).474

: Bibliographie V (no. 356 - 400)

(W.Luthé)

Rédaction: Centre de Développement en Environnement Scolaire, Université du Québec à Trois-Rivières et Commission Scolaire de Trois-Rivières.

10.00 Mouvements des yeux et mode cognitif

Pendant les dix dernières années une série de travaux de recherche a avancé nos connaissances sur les relations fonctionnelles entre les modes cognitifs (i.e., propositionnel, appositionnel), l'hémisphéricité et les mouvements des yeux qui se produisent involontairement après une question qui demande réflexion. 5,6,7,70,71,86,93,111,144,146,185,186,191, 194,327,365,402,469,493,494

Pour l'éducation ces recherches se laissent con-
10.11 sidérer de deux perspectives. (A) avancement de nos connaissances sur la spécialisation hémisphérique et,
10.12 (B) possibilité d'obtenir une méthode relativement simple qui peut éventuellement servir comme test pratique pour nous aider (ensemble avec d'autres informations) à déterminer le style cognitif d'un étudiant et aider le professeur à mieux préciser l'application adaptée des principes de l'éducation bihémisphérique aux besoins des élèves de la même classe.

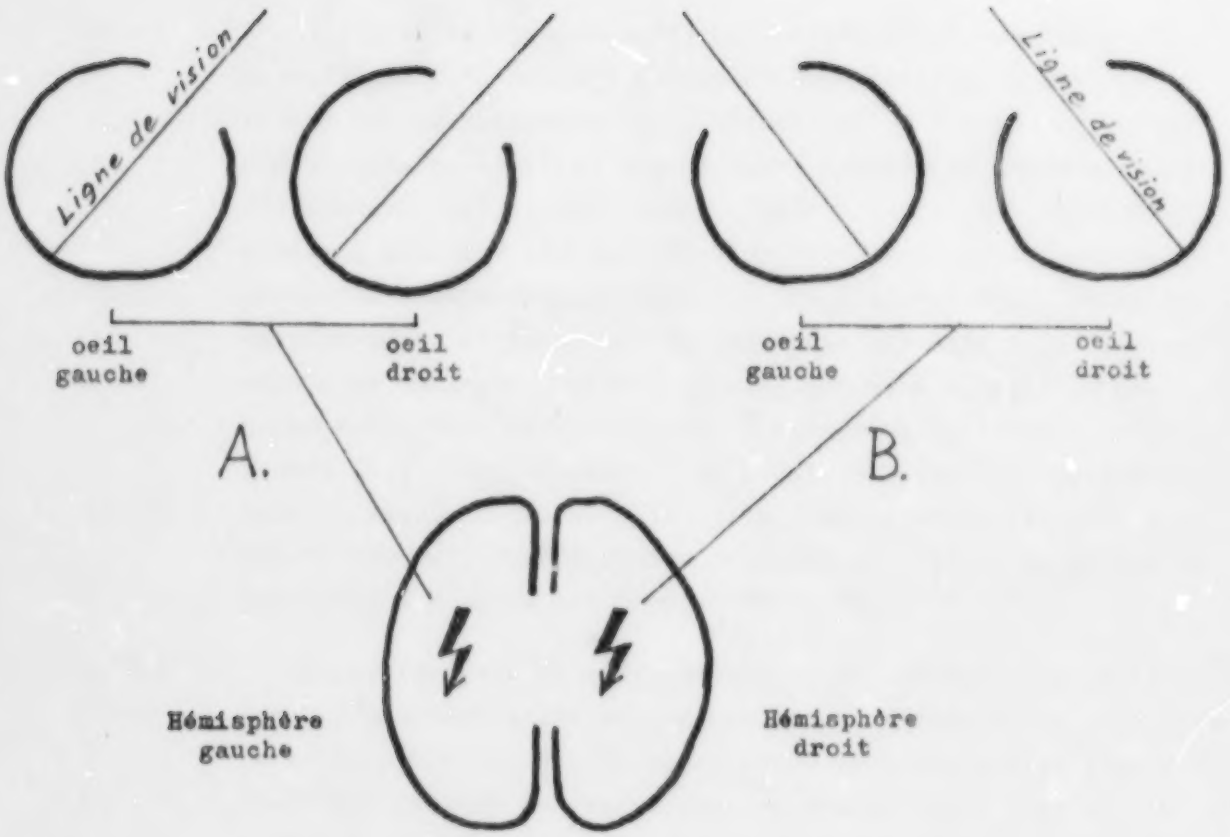


Fig. 1 Stimulation des centres oculomoteurs via l'hémisphère gauche cause un mouvement des yeux vers le côté droit (A); tandis qu'un virement de la ligne de vision vers le côté gauche (B) est associé à une stimulation des centres oculomoteurs via l'hémisphère droit.

10.20 A partir de 1964, stimulé par certaines observations du psychologue E.R. Hilgard (Stanford University), M. Day[70] a trouvé que le changement de la direction du regard (e.g., virement gauche, droit ou regard fixe) pendant la période de réflexion sur une question (e.g., "est-ce que le mot Chicoutimi contient plus que dix lettres ?"; "sur la piece de cinq sous, 10.21 le castor comment est-il fait ?") est (a) individuellement relativement constant et (b) charactéristique pour la stratégie 10.22 cognitive employée. Alors, Day est arrivé à classifier les personnes selon leurs tendances à changer la direction de leur regard (e.g., mouvement vers la droite = groupe MD; mouvements 10.23 vers la gauche = groupe MG). Il a ensuite constaté qu'il y a des différences considérables du point de vue psychologique et physiologique entre les groupes MD et MG.[70,71,469]

10.30 Puisqu'on sait qu'une stimulation des centres oculomoteurs[480] par l'hémisphère droit est suivie par un virement des yeux vers le côté gauche et, que la stimulation de l'hémisphère gauche cause un virement du regard vers la droite (voir Fig. 1), il a semblé que la méthode de Day était particulièrement utile pour préciser toutes sortes de questions concernant l'hémisphéricité.

10.40 Dans la série des investigations subséquentes on peut distinguer deux phases: La première phase avec préoccupation de 10.41 la signification des mouvements latéraux (e.g., gauches, droits)[5,6,7,86,144,146,191,194,327,402,469] et la deuxieme 10.42 phase plutôt récente, avec inclusion des mouvements en haut (MH), en bas (MB) et des réponses charactéristiques par l'absence des mouvements des yeux, c'est-à-dire le regard fixe (RF).[93,111,185,186]

Bien que certaines informations soient encore sujet de discussion et demandent de la précision par des recherches ultérieures, les informations jusqu'à date se laissent résumer comme suit:

10.50 Comparaison entre Groupe MG et Groupe MD

10.51 A. Charactéristiques des personnes avec tendance marquée de réagir par un changement du regard vers le côté gauche: Groupe MG. (prévalence de l'hémisphère droit).

- tonus musculaire (muscles de posture) moins élevé (i.e., plus proche de l'état de relaxation)[70];
- plus grande tendance à centrer l'attention sur "le monde interne" ("internal subjective experiences"),[70,71,86,185,186] sensations viscérales (corporelles) et expériences auditives,[70,71] moins de tendance à parler de leurs sentiments ("monde interne", sensations physiques);[185,186]
- électroencéphalogramme (EEG): quantitativement plus d'ondes alpha (occipital) avec amplitude plus large et fréquence plus basse;[70,71,186,365]
- plus grande tendance a choisir des études en histoire, littérature, français, anglais, sciences politiques, nursing, sciences sociales, psychologie;[5,6,185,186,327]
- meilleur rendement dans le secteur 'verbal' (Scholastic Aptitude Test) que dans le secteur mathématiques;[5]
- plus facile a hypnotiser,[5,185,186] plus suggestible;[185,186]
- imagerie mentale plus claire, plus facile;[5,6]
- EEG: chez des sujets mâles, le niveau de base des ondes alpha est plus élevé (pas chez des sujets féminins);[6]

- EEG et biofeedback: peuvent plus facilement augmenter la proportion des ondes alpha;[6]
- plus grande facilité à se relaxer pendant l'expérimentation;[6]
- plus grande facilité d'écrire;[6]
- plus grande disponibilité à devenir alcooliques (mâles);[6]
- plus musical;[6]
- plus portés vers la religion;[6]
- plus grande disposition à l'asthme;[6]
- lecture plus lente (Stroop Color-Word-Interference Test);[7]
- plus portés vers les activités créatrices (mathématiciens);[144]
- niveau de créativité plus élevé (étudiants de collège);[144,185,1
- imagerie mentale plus souvent utilisée pour résoudre des problèmes (mathématiciens);[144]
- plus de participation dans les activités artistiques (mathématiciens);[144]
- plus portés à choisir une approche inductive pour l'apprentissage d'un deuxième langage.[146,402]

10.52 B. Charactéristiques des personnes avec tendance marquée à réagir avec un changement du regard vers le côté droit: Groupe MD. (prévalence de l'hémisphère gauche).

- tonus musculaire (des grands muscles de posture) plus elevé;[70]
- plus grande tendance à porter l'attention sur "le monde externe" ("emphasizing the visual-haptic modes");[70,71,86]
- plus grande tendance à exprimer et verbaliser leurs sensations physiques;[185,186]

- meilleur rendement en mathématiques (Scholastic Aptitude Test)[5] que dans le secteur 'verbal';
- plus grande tendance à choisir des études en sciences (e.g., mathématiques, physique, économie, génie, biologie);[5,6, 185,186,327]
- moins facilement hypnotisable;[5]
- imagerie mentale moins claire, plus vague, plus difficile;[5]
- EEG: ondes alpha quantitativement moins marquées;[6,365]
- EEG et biofeedback: grandes difficultés ou incapable d'augmenter la proportion des ondes alpha;[6]
- plus grande difficulté à se détendre pendant l'expérimentation;[6]
- plus disposés à avoir des tics, des secousses musculaires;[6]
- tendance à moins dormir (mâles);[6]
- tendance a porter plus d'attention à la partie droite de leur corps (mâles);[6]
- tendance à préférer les couleurs "cool";[6]
- plus grande facilité à choisir leur carrière plus tôt;[6]
- plus grande tendance à souffrir de migraines et maux de tête;[6]
- lecture plus vite (Stroop-Word-Interference Test);[7]
- plus grande facilité pour l'apprentissage des langues;[146,402]
- plus portés à choisir une méthode plutôt déductive pour l'apprentissage d'une deuxième langue;[194]
- plus grands progrès dans l'apprentissage linguistique (après avoir choisi une méthode d'orientation déductive).[146,402]

10.53 En ce qui concerne les mouvements latéraux (i.e., droite, gauches), les résultats de recherche de Ehrlichmann et al.[93] indiquent qu'il n'y a pas de différence significative entre la fréquence des MG et MD si on compare les réactions après des questions qui demandent une pensée "spatiale" avec celles qui sont plutôt centrées sur la pensée "verbale". Galin et Ornstein[111] arrivent aux mêmes résultats après comparaison des réactions d'un groupe d'avocats et celles d'un groupe d'artisans (céramique, sculpture, collage). Mais chez un groupe de sujets sans spécialisation occupationnelle, Galin et Ornstein ont constaté que des MDs étaient plus fréquents après des questions "verbales" (ou arithmétiques) qu'après des questions "spatiales" ou "musicales".[111,191] Cette dernière observation a également été celle de Kinsbourne.[183]

10.54 C. Charactéristiques associés aux mouvements des yeux en haut (MH)

- MHs: plus fréquents après des questions "spatiales";[93,183]
- MHs: moins fréquents après des questions "verbales";[93,183]
- MHs: plus fréquents chez un groupe d'artisans (céramique, sculpture, collage) que chez un groupe d'avocats;[111]
- MHs: plus souvent après des questions qui stimulent une collaboration interhémisphérique (e.g., certaines questions "spatiales") qu'après des questions "verbales" qui impliquent plutôt des élaborations de l'hémisphère gauche (sans ou peu de collaboration de l'hémisphère droit).[111]

10.55 D. Charactéristiques associés aux mouvements des yeux en bas (MB)

- MBs: plus fréquents après des questions "verbales";[111]
- MBs: moins fréquents après des questions "spatiales".[111]

10.56 E. Absence de mouvement: le regard fixe (RF)

- RF: plus fréquent apres des questions "spatiales" qu'après des questions "verbales". [111]

10.57 F. Observations concernant les différents sexes

- les personnes du sexe féminin ont une plus grande tendance que celles du sexe masculin, à mouvoir leurs yeux dans les deux directions. [6] Ceci peut indiquer que les femmes se servent plus facilement des deux hémisphères (i.e., avantage bihémisphérique). [6]

- EEG: moins de différence (alpha) chez les femmes que chez les hommes. [6]

Alors, les mouvements des yeux après une question qui demande réflexion semble être le résultat de l'interaction de

10.58 trois aspects surtout:

(A) préference individuelle pour un ou l'autre mode cognitif;

(B) l'habilité à changer le mode cognitif selon les demandes de la tâche;

(C) l'entrafnement et compétence dans l'utilisation de chaque mode cognitif. [111]

10.60 D'une manière générale, les résultats permettent la conclusion que "si un individu à une tendance de mouvoir ses yeux (après une question qui demande réflexion) dans une direction spécifique, cette tendance est sujette à modification selon la nature de la question et la demande cognitive indiquée par la tâche. [191] En pratique ceci veut dire qu'une

10.61 liste de questions employée pour un "test de mouvements des yeux" doit être composée de questions thématiquement diversifiées et soigneusement formulées. [111,191] Jusqu'à date, toutes les études ont été faites avec des sujets adultes et il y a un manque d'information sur la réactivité de différents groupes d'enfants de divers âges au niveau élémentaire et secondaire.

Exemples de Recommendations

10.70 Etudier les implications de recherches sur la signification des mouvements des yeux du point de vue éducation bihémisphérique dans le milieu québécois par vérification des hypothèses, comme par exemple:

10.71 I. Les professeurs qui ont eux-mêmes choisi d'enseigner les mathématiques ont une tendance MD plus forte que ceux qui ont (eux-mêmes) une préférence pour enseigner la musique ou la religion.

10.72 II. Les cours en musique (religion, arts plastiques) donnés par des professeurs (droitiers) avec une forte tendance pour MDs sont (a) moins appréciés par les étudiants et, (b) donnent des résultats d'apprentissage qui sont inférieurs en comparaison avec d'autres sous l'enseignement par des professeurs avec une tendance MG ou sans différence entre MD et MG.

10.73 III. Les professeurs qui sont obligés d'enseigner une matière qui n'est pas en correspondence favorable avec leur mode cognitif préféré sont (a) moins satisfaits de leur travail, (b) ont une influence moins favorable sur le rendement des élèves, (c) sont plus sujets à des troubles fonctionnels et, (d) sont plus souvent "malades".

10.74 IV. Les professeurs qui ont une plus grande facilité de changer et d'adapter le mode cognitif de leur enseignement selon les demandes de la tâche (a) donnent de meilleurs cours, (b) ont moins de difficulté en classe, (c) ont moins de difficulté avec l'administration et, (d) sont plus appréciés par les étudiants.

10.75 V. Les étudiants (e.g., groupe MG) qui sont obligés d'apprendre une matière selon une méthode d'enseignement (e.g., déductive, analytico-rationaliste) qui ne correspond pas à leur style cognitif naturel (i.e., plutôt inductif) ont des difficultés plu grandes que d'autres (a) dans la matière en question et, (b) dans d'autres matieres (e.g., par influence indirecte).

11.00 Spécialisation hémisphérique: "Educational Significance" (M.S.Gazzaniga, State University of New York, Department of Psychology; extrait de "Review of the Split Brain J. Neurol., 1975, 209, 75-79).[474]

"Indeed one of the intriguing possibilities coming from the split-brain research is the possibility that man can be explicitly specialized for a variety of aspects of mental life with superiorities in the verbal arena not necessarily meaning superiorities in
11.11 the visual-spatial and vice versa. Thus, when dealing with a cognitive task it may well prove to be the case that a particular child, for instance, might well be able to solve the problem using
11.12 verbal symbols with greater ease than the visual, but that another child might be better off solving the problem using visual-spatial relations.

11.20 The motivational aspects of this observation, of course, cannot be overemphasized. If a child happens to be talented for visual-spatial relations and is being forced into a curriculum that em-
11.21 phasizes the verbal articulatory modes of solving a conceptual problem, he will encounter enormous frustration and difficulty which may result in a hostility towards the teacher and towards the learn-
11.22 ing process itself. If the teacher was aware that the child was specialized in these skills, the same problem could be introduced
11.23 to him using these skills which would obviously bring the child in line with his special talents. Conversely, of course, the child with high verbal skills may quite frequently be unable to visualize his problems with a spatial aspect. He would be frustrated if forced into these academic areas."

11.30 "Where we hope to be going, of course, is to develop a series of tests that will diagnose an individual with respect to his specific mental skills. It is more than likely that we will find that many people may be spatially bright, verbally dull or vice versa. Or may be some of us have a better short-term memory system or have a faster processing capacity when dealing with certain kinds of symbols. Once identified, of course, the teacher would be enormously aided in how to best present information for its speedy comprehension and use."

Bibliographie
(no. 356-400)

356. Akelaitis, A.J. Studies on the corpus callosum. II. The higher visual functions in each homonymous field following complete section of the corpus callosum. Arch. Neurol. Psychiat., 1941, 45, 788-796.

357. Akelaitis, A.J. Studies on the corpus callosum. VIII. The effects of partial and complete section of the corpus callosum on psychopathic epileptics. Amer. J. Psychiat., 1941, 98, 409-414.

358. Akelaitis, A.J. Studies on the corpus callosum. V. Homonymous defects for color, object and letter recognition (homonymous hemiamblyopia) before and after section of the corpus callosum. Arch. Neurol. Psychiat., 1942, 48, 108-118.

359. Akelaitis, A.J. Studies on the corpus callosum. VI. Orientation (temporal-spatial gnosis) following section of the corpus callosum. Arch. Neurol. Psychiat., 1942, 48, 914-937.

360. Akelaitis, A.J. Studies on the corpus callosum. VII. Study of language functions (tactile and visual alexia and graphia) unilaterally following section of the corpus callosum. J. Neuropath. Exper. Neurol., 1943, 2, 226-262.

361. Akelaitis, A.J. Studies on the corpus callosum. X. Reaction time and speed of motor co-ordination in man before and after section of the corpus callosum. (To be published), cited in J. Neurosurg., 1944, 1, 102.

362. Akelaitis, A.J. Studies on the corpus callosum. IV. Diagnostic dyspraxia in epileptics following partial and complete section of the corpus callosum. Amer. J. Psychiatry, 1944-45, 101, 594-599.

363. Akelaitis, A.J., Risteen, W.A., Herren, R.Y. & Van Wagenen, W.P. Studies on the corpus callosum. III. A contribution to the study of dyspraxia in epileptics following partial and complete

section of the corpus callosum. Arch. Neurol. Psychiat., 1942, 47, 971-1008.

364. Akelaitis, A.J., Risteen, W.A. & Van Wagenen, W.P. Studies on the corpus callosum. IX. Relationship of the grasp reflex to section of the corpus callosum. Arch. Neurol. Psychiat., 1943, 49, 820-825.

365. Bakan, P. & Svorad, D. Resting EEG alpha and asymetry of reflective eye movements. Nature, 1969, 223, 975-976.

366. Bari Kolata, G. Behavioral development. Effects of environments. Science, 1975, 189, 207.209.

367. Benson, P., Smith, T. & Arreaga, L. Lateralization of linguistic tone -- Evidence from Cantonese. BIS Conference Report 34 (Cerebral Dominance; January 5, 1973), University of California, Los Angeles, February 1974, 19-20.

368. Blumberger, S.R. Similarities between autogenic approaches and W.Luthe's "Creativity Mobilization Technique". Proceedings Third Congress of the International College of Psychosomatic Medicine and Second International Symposium on Autogenic Therapy, September 16-20, 1975, Rome, Italy. Vol. IV. Excerpta Medica Foundation. Amsterdam, 1976 (in press).

369. Bogen, J.E. Comments on a movie of a hemispherectomy patient. BIS Conference Report 34 (Cerebral Dominance; January 1973), University of California, Los Angeles, February 1974, 35-36.

370. Bogen, J.E. Hemispherectomy and the placing reaction in cats. In Kinsbourne, M. & Smith, W.L. (Eds.): Hemispheric Disconnection and Cerebral Function. C.C. Thomas. Springfield, Ill., 1974, 48-94.

371. Bogen, J.E. Introduction to hemispheric disconnection. In Kinsbourn M. & Smith, W.L. (Eds.): Hemisphere disconnection and cerebral function. C.C. Thomas. Springfield, Ill., 1974.

372. Bogen, J.E. Cerebral hemispheric specialization for specialists. Contemporary Psychology, 1975, 20, 10, 778-780.

373. Bogen, J.E. Some questions, assumptions and problems involved in associating dyssocial behavior with disorders of cerebral function. In Kling, A. & Smith, W.L. (Eds.): Issues in Brain/Behavior Control. Spectrum, New York, (1976).

374. Bogen, J.E. Language functions in the short term following cerebral commissurotomy. In Avakian-Whitaker, H. & Whitaker, H.A. (Eds.): Current trends in neurolinguistics. Academic Press. New York, (1976).

375. Bogen, J.E. & Vogel, P.J. Neurologic status in the long term following complete cerebral commissurotomy. In Schott, B. & Michel, F. (Eds.): Clinical disconnection syndromes. Hopital Neurol., Lyon (1976).

376. Brenner, D., Williamson, S.J. & Kaufmann, L. Visually evoked magnetic fields of the human brain. Science, 1975, 190, 480-482.

377. Brooks, L.R. An extension of the conflict between visualization and reading. Quart. J. Experimental Psychology, 1970, 22, 91-96.

378. Bruner, J.S. On knowing; Essays for the left hand. Atheneum. New York, 1965.

379. Cohen Leehey, S., Moskowitz-Cook, A., Brill, S. & Held, R. Orientational anisotropy in infant vision. Science, 1975, 190, 900-902.

380. Creutzfeldt, O., Grunewald, G., Simonova, O. & Schmitz, F. Changes in the brain rhythms of the EEG during the performance of mental and visuomotor tasks. In C.R. Evans & T.B. Mullholland (Eds.): Attention in neurophysiology. London. Butterworths, 1969, 148-168.

381. Deikman, A.J. Bimodal Consciousness. Archives of General Psychiatry, 1971, 25, 481-489. See also Ornstein, R.E. Reference (1973, 67-86).

382. Dentlyer, K. & Barret, B. Selective loss of visual information in STM by means of visual and interpolated tasks. Psychonomic Science, 1971, 25, 100-102.

383. Dimond, S.J. & Beaumont, J.G. (Eds.): Hemisphere function in the human brain. Halsted Press. New York, 1974.

384. Doty, R.W. Modulation of visual input by brain-stem systems. In Young, F.A. & Lindsley, D.B. (Eds.): Early experience and visual information processing in perceptual and reading disorders. National Academy of Science. Washington, 1970.

385. Doty, R.W. Interhemispheric transfer and manipulation of engrams. In Woody, C.D., Brown, K.A., Crow, T.J.Jr. & Knispel, J.D. (Eds.): Cellular mechanisms subserving changes in neuronal activity. BIS, Research Report Number 3. University of California, Los Angeles, 1974, 153-159.

386. Doty, R.W., Negrao, N. & Yamaga, N. The unilateral engram. Acta Neurobiol. Exp. (Warsz), 1973, 33, 711-728.

387. Fischer, R. A pharmacological and conceptual reevaluation of hallucinations. Confinia psychiatria, 1974, 17, 143-151.

388. Fischer, R. Mind: The software of the brain. ASC Cybernetics Forum, 1975, VII, 1, 15-16.

389. Fischer, R. Manipulation of space and time through hallucinogenic drugs. In Siva Sankar, D.V. (Ed.): LSD - a total study. Westbury, N.Y.: PJD Publications, 1975.

390. Fischer, R. Cartography of inner space. In Siegel, R.K. & West, L.J. (Eds.): Hallucinations: Behavior, experience and theory. New York: John Wiley & Sons, 1975.

391 . Fischer, R. & Read, J. Nature, nurture and cerebral laterality. Confinia psychiatria, 1974, 17, 192-202.

392 . Fredrick, W.C. & Klausmeier, H.J. Cognitive styles: A description. Educational Leadership, 1970, 668-672.

393 . Galin, D. Two modes of consciousness and the two halves of the brain. In Ornstein, R.E. (Ed.): Symposium on consciousness. The Viking Press. New York, 1975.

394 . Galin, D. Duality of the brain: Implications for education. Program notes: Weekend Symposium, February 28-29, 1976. University of California, Berkeley Extension.

395 . Galin, D., Ornstein, R., Adams, J.E. & Rutkin, B.B. Olfactory spindles in the human amygdala. EEG Clin. Neurophys., (1976).

396 . Gazzaniga, M.S. Changing hemisphere dominance by changing reward probability in split-brain monkeys. Exp. Neurol., 1971, 33, 412-419.

397 . Giannitrapani, D. Scanning mechanisms & the EEG. Electroencephalography & Clinical Neurophysiology, 1971, 30, 139-146.

398 . Glass, A. & Kwiatkowski, A.W. Power spectral density changes in the EEG during mental arithmetic and eye-opening. Psychologische Forschung, 1970, 33, 85-99.

399 . Gott, P.S., Rossiter, V.S., Galbraith, G.C. & Saul, R.E. Hemispheric evoked potentials to verbal and spatial stimuli in human commissurotomy patients. BIS Conference Report 34 (Cerebral Dominance; January 5, 1973), University of California, Los Angeles, February 1974, 31-33.

400. Haith, M. Visual scanning in newborn and young infants. In Parmelee, A.H. & Schneider, D. (Eds.): Neurophysiological and behavioral development of the fetus and newborn. BIS Conference Report 29, University of California. Los Angeles, May 25, 1973, 17-18.

Lettre d'information

ASPECTS NEUROFONCTIONNELS ET EDUCATION

No. 10 Février, 1976

Spécialisation hémisphérique: Education bihémisphérique

"Educating Both Halves of the Brain"

Weekend Conference: University of Clifornia, Berkely, Feb. 28-29,1976.

Bibliographie VI (no. 401 - 465)

(W.Luthé)

Rédaction: Centre de Développement en Environnement Scolaire, Université du Québec à Trois-Rivières et Commission Scolaire de Trois-Rivières.

announces a weekend conference

EDUCATING BOTH HALVES OF THE BRAIN

February 28-29, 1976 / University of California, Berkeley campus

WEEKEND CONFERENCE

We have finally learned a fact about the brain which is directly relevant to everyday pedagogical practice. Numerous experiments have demonstrated that the human brain is specialized for two different modes of consciousness. The left cerebral hemisphere operates in a linear, sequential mode which underlies language and analytic thought. The right hemisphere is specialized for a more intuitive mode which grasps the relations between the parts directly rather than by a sequence of deductions. This holistic process underlies intuitive thought and certain aspects of body sense, art, music, and crafts.

These two cognitive modes may be complementary or in conflict. Creativity may depend on their smooth integration; dyslexia and specific learning disabilities may result when they interfere with each other.

The duality of our consciousness has been pointed out in philosophy, religion, and literature for thousands of years; there is more than one way of knowledge, more than one way of validating experience. The discovery of the physiological basis for this duality provides a new framework for understanding many educational problems and opportunities: individual differences, cultural differences, how to use current educational materials, and how to develop more effective materials and curricula.

This conference is intended for all those concerned with education - classroom teachers, administrators, researchers, testers, counselors and psychologists.

BERKELEY: Feb. 28-29, Sat., 9 a.m.-5 p.m., Sun., 9:30 a.m.-4:30 p.m.;
Wheeler Auditorium

Credit: 1 quarter unit in Psychology, optional

Fee: $35 credit, $25 noncredit (edp 103010)

SATURDAY, FEBRUARY 28

Introductory remarks: Why Children Succeed in School
WILSON RILES

Two Ways of Knowing—the relevance of brain research to educational policies and practices
DAVID GALIN

Split Brains and the Human Duality
The existence of a duality of the mind and a dichotomy of intelligence discussed in the light of recent neurological data from patients in whom the two cerebral hemispheres have been separated. It is shown that the disconnected hemispheres can each function independently at their speciality, and can each be independently conscious.
JOSEPH E. BOGEN

Hemispheric Specialization in Normal People; Interference and Complementarity
Research on normal people shows that the two cerebral hemispheres are specialized: the left for verbal and analytic thought, the right for intuition and understanding patterns. Creativity may depend on their smooth integration. Learning disabilities may result when they interfere with each other.
DAVID GALIN

Are There Right and Left Brain Curricula?
Current practices in curriculum development in early childhood and elementary education with special attention to "Piaget-based" curricula. How can new insights developing out of brain research in hemispheric specialization contribute to planning educational programs for children?
THELMA VALENSTEIN

Panel and Discussion

February 28-29, 1976 / University of California, Berkeley campus

SUNDAY, FEBRUARY 29

Teaching Strategies for Both Hemispheres
Generative processes in learning is enhanced when students actively generate both verbal and image representations for the information presented. Teaching strategies based on recent brain research will be discussed.
MERLE C. WITTROCK

Duality of Mind: Implications for Curriculum
At present, schools address mainly the verbal-analytic function: a complete curriculum also addresses the spatial-visual-holistic function and provides bridges between them. A lecture-demonstration.
PAUL BRANDWEIN

On Teaching Stories
Development of holistic capacities using verbal materials. In several cultures, particularly those of the middle and far east, traditional teaching stories are constructed to educate both modes. This lecture will offer a chance to listen to and reflect upon a series of teaching stories.
ROBERT ORNSTEIN

The A-P Hypothesis and Neurosociology
Interpreting the dichotomy of intelligence in terms of hemispheric specialization casts new light on the processes underlying creativity, and on a number of current social-educational issues, including differences in cognitive style among various ethnic groups.
JOSEPH E. BOGEN

Symposium Summary
DAVID GALIN

APPLICATION FOR ENROLLMENT
Please mail to: Department B, University Extension, University of California, 2223 Fulton Street, Berkeley, CA 94720.

I enclose $..... to cover ..... enrollment(s) in edp 103010 EDUCATING BOTH HALVES OF THE BRAIN X 423 ☐ $35, credit ☐ $25, noncredit

Name.....
last first middle

Address.....
number and street

.....
city state ZIP daytime telephone

Social Security number.....

(Please include this number if enrolling for credit, as it is the basis on which records are kept.)
Please make check or money order payable to The Regents of the University of California. (There is a $5 service charge for checks returned because of insufficient funds.) If using BankAmericard, give:

.....
your account number date your card expires

.....
and your signature to authorize charge

Please use a separate sheet giving above information for others covered by this enrollment.

For information about the program, please telephone (415) 642-1064 in Berkeley, or write University Extension, University of California, 2223 Fulton Street, Berkeley, CA 94720.
To Enroll: by mail—fill out and return the application form provided. You may pay by check or use BankAmericard. **By telephone**—if you use BankAmericard, call (415) 642-4111. If you enroll and then cannot attend, a refund (less $5 service charge) is granted if requested in writing prior to the opening date of the program.

Professional educators have long hoped that research on the brain would illuminate the process of education, but until recently the great advances and breakthroughs in brain research have been of interest only to neuroscientists. Finally we have learned some facts about the brain that have profound implications for everyday classroom practice. It appears that our schools have been focusing most of their resources on tutoring only the left half of the brain. To develop all of a child's capabilities we must have curricula and materials for both sides of the brain, and we must cultivate the ability to use these two different minds in a complementary way.

Two Minds In One Head

The two cerebral hemispheres in humans are specialized for different cognitive functions—the left for verbal and analytic thought, the right for intuition and understanding patterns. When the two hemispheres are surgically disconnected they each appear conscious: i.e., two separate conscious minds in one head. Not only are they separate minds, but because of their specialization they are different, not duplicate minds. These conclusions have been extensively documented.

Numerous experiments have demonstrated this specialization in normal people. The study of how the two half-brains cooperate or interfere with each other has just begun. In the normal person with intact connections between the hemispheres, are these systems smoothly integrated? Or do they alternate in control, taking turns directing behavior?

Clearly, there are possibilities for both cooperation and for conflict. Although many uncertainties remain, enough is known to begin considering educational policies and practices within the framework of what we do understand about the brain.

The verbal-analytic style is extremely efficient for dealing with the object world. Our modern technology, standard of living, and scientific achievements depend heavily on highly developed linear, analytic methods.

The holistic mode of information processing is very good for bridging gaps; we can perceive a pattern even when some of the pieces are missing. In contrast, a logical, sequential mode cannot skip over gaps. In this imperfect world, since we are usually trying to operate with incomplete information, we very badly need to have a capacity to perceive general patterns and jump across gaps in present knowledge.

Complementarity or Conflict

The analytic and holistic modes are complementary; each provides a dimension that the other lacks. Artists, scientists, mathematicians, writing about their own creativity, report that their work is based on a smooth integration of both modes. If we want to cultivate creativity it appears that we must first develop each mode, both the rational-analytic and the intuitive-holistic; second, we must develop the ability to inhibit either one when it is inappropriate to the task at hand; and finally we must be able to operate in both modes in a complementary fashion.

However, the two modes may also be in conflict; there is some mutual antagonism between the analytic and the holistic. The tendency of the left hemisphere to note details in a form suitable for expression in words seems to interfere with the perception of the overall patterns. This mutual interference has been suggested as the reason why our brains evolved with these two systems segregated into separate hemispheres.

Cognitive Style: Individual and Cultural Differences

Difficulties may arise not only from a failure to develop lateral specialization but also from individual or cultural differences in preferred cognitive style. The middle class are likely to use the verbal-analytic mode; the urban poor are more likely to use the spatial-holistic mode. This results in a cultural conflict of cognitive style and may in part explain the difficulties of urban poor children in a school system oriented toward the middle class.

Understanding specialization of the hemispheres gives us a new perspective on valuable individual differences that are sometimes interpreted as defects. The eminent neurologist Norman Geschwind recently observed:

> One must remember that practically all of us have a significant number of special learning disabilities. . . For example, I am grossly unmusical and cannot carry a tune. . . We happen to live in a society in which the child who has trouble learning to read is in difficulty. Yet we have all seen some dyslexic children who draw much better than controls, i.e., who have either superior visual-perception or visual-motor skills. My suspicion would be that in an illiterate society such a child would be in little difficulty and might in fact do better because of his superior visual-perception talents, while many of us who function well here might do poorly in a society

in which a quite different array of talents was needed to be successful. As the demands of society change, will we acquire a new group of "minimally brain-damaged?"

Joseph Bogen has extended this observation, commenting that to the extent that our society has overemphasized analytic left-hemisphere skills at the expense of holistic right-hemisphere skills, much more is involved than the adjustment difficulties of isolated individuals. It means that the entire student body is being educated lopsidedly.

Our present understanding of the brain can contribute to developing education research and theory, and to everyday classroom practice. The purpose of these remarks is not to turn educators into brain researchers; rather it is to encourage educators of all sorts—classroom teachers, administrators, and researchers—to build on their experience, and to consider educational problems and opportunities within the framework of what is now known about the specialization and interaction of the two halves of the brain.

David Galin, M.D.

THE FACULTY

JOSEPH E. BOGEN, M.D., has been for many years a consultant in neurosurgery at the California Institute of Technology in connection with the split-brain studies. He is presently Senior Neurosurgeon of the Ross-Loos Medical Group, and Associate Clinical Professor of Neurosurgery at U.S.C. School of Medicine.

PAUL BRANDWEIN, Ph.D., is a member of the National Humanities Faculty; Adjunct Professor at the University of Pittsburgh and Director of the School Department of Harcourt Brace Jovanovich. He is author of **Permanent Agenda of Man: The Humanities; The Gifted Student;** and **The Teaching of Science.**

DAVID GALIN, M.D., (Course Chairman) is research neurophysiologist and Assistant Professor in Residence, Department of Psychiatry, Langley Porter Neuropsychiatric Institute, University of California, San Francisco. His major interests concern the relationship of brain states to consciousness and the implications for education and psychiatry. He is the author of research papers on the modes of conscious functioning of the two hemispheres of the normal human brain.

ROBERT E. ORNSTEIN, Ph.D., is an Associate Adjunct Professor of Medical Psychology at the Langley Porter Neuropsychiatric Institute, University of California, San Francisco. His current research interests are the psychology of meditation, biofeedback, and the conscious functions of the two hemispheres of the brain. He is the author of **The Psychology of Consciousness** and the editor of **The Nature of Human Consciousness.**

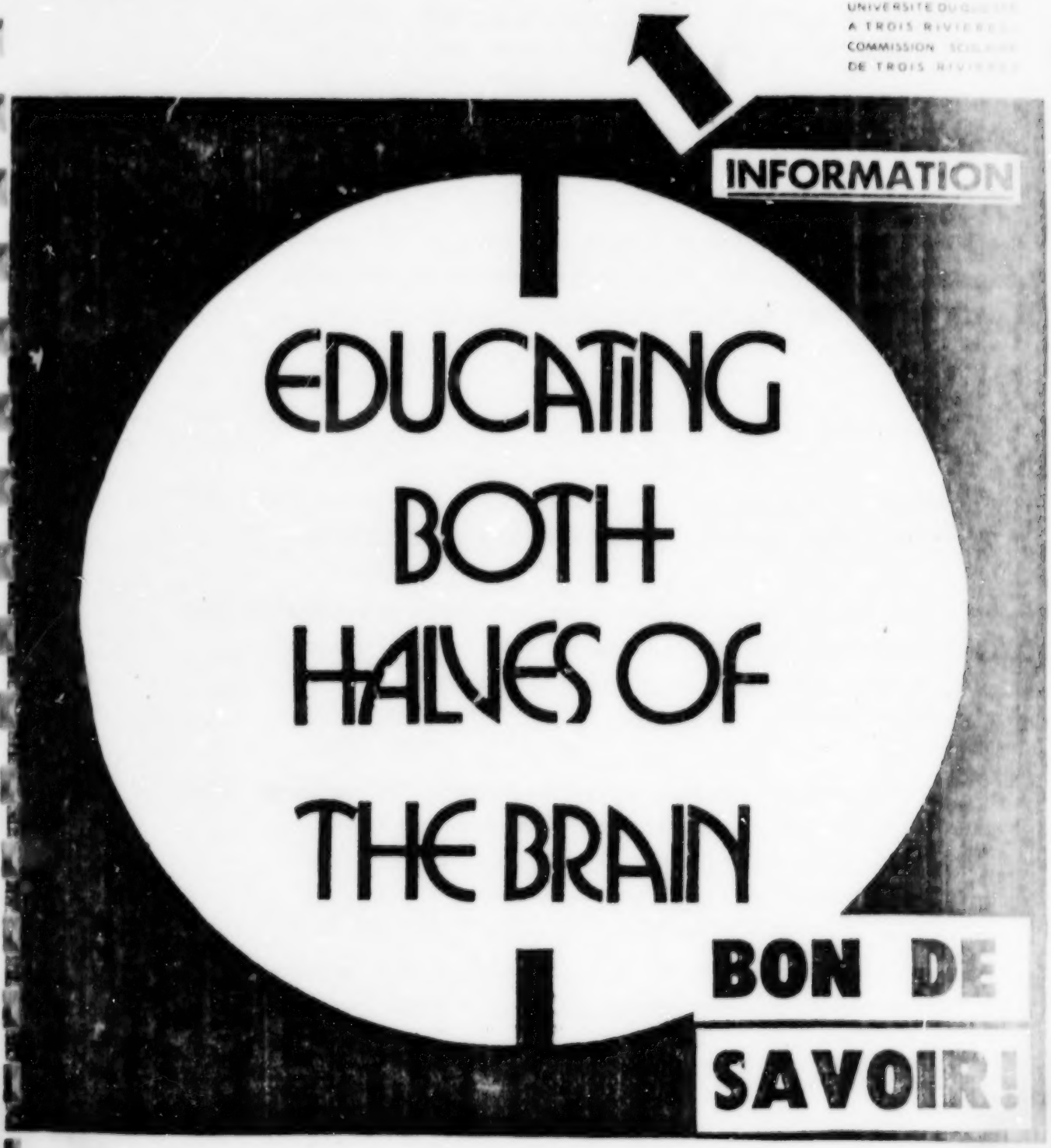
WILSON RILES, Ph.D., California Superintendent of Public Instruction. Dr. Riles' early childhood education reform program, which emphasizes individual instruction in primary grades, has attracted nationwide attention. Dr. Riles is now working to restructure and improve California junior and senior high schools.

THELMA VALENSTEIN, M.A., is the Director of the Child Development Program at Mercy College of Detroit and has served as a consultant to the Office of Child Development.

MERLE C. WITTROCK, Ph.D., cognitive psychologist, is Chairman of the Faculty of the Graduate School of Education, University of California, Los Angeles, and is editor of **Changing Education** and **Readings in Educational Research.** He has published numerous research articles.

CENTRE DE DEVELOPPEMENT EN ENVIRONNEMENT SCOLAIRE — CDES

UNIVERSITE DU QUEBEC
A TROIS RIVIERES
COMMISSION SCOLAIRE
DE TROIS RIVIERES



CASE POSTALE 500 OU 907 TROIS RIVIERES, QUE G9A 4X0 TEL (819) 379 4631

Bibliographie
(no. 401-465)

401. Harshman, R.A. & Krashen, S.D. On the development of lateralization. BIS Conference Report 34 (Cerebral Dominance; January 5, 1973, University of California, Los Angeles, February 1974, 9-11.

402. Hartnett, D.D. The relation of cognitive style and hemisphere preference to deductive and inductive second language learning. Abstract of Master's Thesis, Dept. of Education. UCLA, 1975.

403. Hazemann, P. (Somesthetic evoked potentials and reaction time in hemispherectomized patients). In: (Evoked activities and their conditioning in normal humans and in mental patients). Colloque, Neurophysiologie Humaine. Paris, INSERM, 1973, 367-372.

404. Hécaen, H. La symétrie en neuropsychologie. Totus Homo, 1970, 2, 8-15.

405. Hécaen, H. & de Ajuraiaguerra, J. Les gauchers: Prévalence manuelle et dominance cérébrale. Presses Universitaires de France. Paris, 1963.

406. Humphrey, T. Postnatal repetition of human prenatal activity sequences with some suggestions of their neuroanatomical basis. In Robinson, R.J. (Ed.): Brain and early behavior: Development in the fetus and infant. Academic Press. London, 1969, 43-84.

407. Humphrey, T. Human fetal reflex activity and its relation to postnatal behavior. In Parmelee, A.H. & Schneider, D. (Eds.): Neurophysiological and behavioral development of the fetus and newborn. BIS Conference Report 29, University of California. Los Angeles, May 25, 1973, 4-6.

408. Humphrey, M.E. & Zangwill, O.L. Cessation of dreaming after brain injury. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 1951, 14, 322-325.

409. Isenberg, D. & Yeni-Komshian, G. Cerebral dominance in dyslexics. BIS Conference Report 34 (Cerebral Dominance; January 5, 1973). University of California, Los Angeles, February 1974, 41.

410. Ito-Chan, K., Sampson, J., Krashen, S.D. & TenHouten, W.D. A pilot study of personality and cultural dominance. BIS Conference Report 34 (Cerebral Dominance; January 5, 1973), University of California, Los Angeles, February 1974, 21-23.

411. Johnson, J.D. & Gazzaniga, M.S. Reversal behavior in split-brain monkeys. Physiol. Behav., 1971, 6, 707-709.

412. Johnston, V.S. & Chesney, G.L. Electrophysiological correlates of meaning. Science, 1974, 186, 944-946.

413. Jones, E.G., Burton, H. & Porter, R. Commissural and cortico-cortical "Columns" in the somatic sensory cortex of primates. Science, 1975, 190, 572-574.

414. Kimura, D. & Durnford, Normal studies of the functions of the right hemisphere. In Dimond, S.J. & Beaumont, J.G. (Eds.): Hemisphere function in the human brain. Halsted Press. New York, 1974.

415. Krashen, S.D., Curtis, S., Fromkin, V., Rigler, D. & Rigler, M. Lateralization in the case of Genie. BIS Conference Report (Cerebral Dominance; January 5, 1973), University of California, Los Angeles, February 1974, 13-14.

416. Kumar, S., Binder, M. & Bogen, J.E. A non-verbal form of the Street Silhouette Completion Test. Proc. Soc. Neurosci., 1973, 3, 414.

417. Lehman, R.A.W. Motor co-ordination and hand preference after lesions of the visual pathway and corpus callosum. Brain, 1968, 91, 525-538.

418. Leventhal, A.G. & Hirsch, H.V.B. Cortical effect of early selective exposure to diagonal lines. Science, 1975, 190, 902-904.

419. Levy, J. Information processing and higher psychological functions in the disconnected hemispheres of human commissurotomy patients. Unpublished thesis, California Institute of Technology, 1970.

420. Lindsley, D.B., Wilson, G.F. & Seales, D.M. Evoked potentials and information processing. BIS Conference Report 34 Cerebral Dominance; January 5, 1973), University of California, Los Angeles, February 1974, 43.

421. Luce, G. The asymmetry of the human brain and implications for training. In Segal J. (Ed.): Mental Health Program Reports - 5. DHEW Publication No. (HSM) 72-9042. National Institute of Mental Health. Rockville, Md., 1971, 328-334.

422. Luria, A.R. Higher cortical functions in man. Basic Books. New York, 1966.

423. Mark, R.F. & Sperry, R.W. Bimanual coordination in monkeys. Exp. Neurol., 1968, 21, 92-104.

424. Marsh, J.F., TenHouten, W.D. & Bogen, J.E. A theory of cognitive functioning and social atratification. Progress Report O.E.O contract, Department of Sociology, University of California, Riverside, 1970.

425. Marslen-Wilson, W.G. Sentence perception as an interactive parallel process. Science, 1975, 189, 226-228.

426. Miller, N.E. Interrelations among the diverse functions of the brain. Totus Homo, 1970, 2, 1, 6-7.

427. Milner, B. Brain mechanisms suggested by studies of temporal lobes. In Princeton Conference on Brain Mechanisms underlying Speech and Language. New York, Grune & Stratton, 1965.

428. Ornstein, R.E. The nature of human consciousness. The Viking Press. New York, 1973.

429. Ornstein, R.E. A science of consciousness: early remarks. In Ornstein, R.E. (Ed.): Symposium on consciousness. The Viking Press. New York, 1975.

430. Ornstein, R.E. & Galin, D. Physiological studies of consciousness. The Institute for Cultural Research. Tunbridge Wells, Kent, 1973.

431. Ornstein, R.E. & Galin, D. Physiological studies of consciousness. In Ornstein, R.E. (Ed.): Symposium on Consciousness. The Viking Press, New York, 1975.

432. Orton, S.T. Some studies in language function. Res. Publ. Ass. Nerv. Ment. Dis., 1934, 13, 614-632.

433. Parke, Davis & Comp. The left-handed minority. Therapeutic Notes Illustrated (Parke, Davis & Comp.), 1972, 12, 4-7.

434. Parmelee, A.H. & Schneider, A.H. & Schneider, D. (Eds.): Neurophysiological and behavioral development of the fetus and newborn. BIS Conference Report 29. University of California. Los Angeles, May 25, 1973.

435. Parmelee, A.H. & Stern, E. Development of states in infants. In Clemente, C.D., Purpura, D.P. & Mayer, F.E. (Eds.): Sleep and the maturing nervous system. Academic Press. New York, 1972, 199-228.

436. Peeples, D.R. & Teller, D.Y. Color vision and brightness discrimination in two-month-old human infants. Science, 1975, 189, 1102-1103.

437. Penfield, W. & Jasper, H. Epilepsy and the functional anatomy of the brain. Little, Brown and Company. Boston, 1954.

438. Pines, M. We are left-brained or right-brained. The New York Times Magazine, 1973, Sept. 9.

439. Rossi, G.F. & Rosadini, G. Experimental analysis of cerebral dominance in man. In Millikan, C.H. & Darley, F.L. (Eds.): Princeton Conference on Brain Mechanisms Underlying Speech and Language. Grune & Stratton. New York, 1967, 167-184.

440. Rossi, S. & Wittrock, M.C. Developmental shifts in verbal recall between mental ages two and five. Child Development, 1971, 42, 333-338.

441. Samuels, M. & Samuels, N. Seeing with the mind's eye. The history, techniques and uses of visualization. Random House, New York; The Bookworks, Berkeley, 1975.

442. Schwartz, G.E., Davidson, R.J. & Maer, F. Right hemisphere lateralization for emotion in the human brain: Interactions with cognition. Science, 1975, 190, 286-288.

443. Semmes, J., Weinstein, S., Ghent, L. & Teuber, H.L. Spatial orientation in man after cerebral injury: 1. Analyses by locus of lesion. J. Psychol., 1955, 39, 227-244.

444. Shaklee, A.B. Primate evolution: Analysis of trends. Science, 1975, 189, 228-229.

445. Simmons, J.Q. & Baltaxe, C. Dichotic listening in gifted and normal children. BIS Conference Report 34 (Cerebral Dominance; January 5, 1973), University of California, Los Angeles, February 1974, 7-8.

446. Smith, D.B.D., Donchin, E., Cohen, L. & Starr, A. Auditory averaged evoked potentials in man during selective binaural listening. Electroencephal. Clin. Neurophysiol., 1970, 28, 146-152.

447. Smith, K.U. Learning and the associative pathways of the human cerebral cortex. Science, 1951, 114, 117-120.

448. Smith, K.U. & Akelaitis, A.J. Studies on the corpus callosum. I. Laterality in behavior and bilateral motor organization in man before and after section of the corpus callosum. Arch. Neurol. Psychiat., 1942, 47, 519-543.

449. Sterman, M. The development of sleep-waking and rest-activity patterns from fetus to adult in man. In Parmelee, A.H. & Schneider, D. (Eds.): Neurophysiological and behavioral development of the fetus and newborn. BIS Conference Report 29, University of California. Los Angeles, May 25, 1973, 14-15.

450. Tanguay, P.E. A tentative hypothesis regarding the role of hemispheric specialization in early infantile autism. BIS Conference Report 34 (Cerebral Dominance; January 5, 1973), University of California, Los Angeles, February 1974, 27-29.

451. TenHouten, W.D. Cognitive styles and the social order. Final report, Part II, O.E.O. Study B00-5135, "Thought, Race and Opportunity", University of California, Los Angeles, 1971.

452. TenHouten, W.D. & Kaplan, C.D. Science and its mirror image. BIS Conference Report 34 (Cerebral Dominance; January 5, 1973), University of California, Los Angeles, February 1974, 3-5.

453. Terzian, H. Behavioral and EEG effects of intracarotid sodium amytal injection. Acta Neurochirurgica, 1964, 12, 230-239.

454. Trevarthen, C.B. & Sperry, R.W. The unity of ambient visual field in man after disconnection of the cerebral hemispheres (1975 in preparation).

455. Van Lancker, D. Automatic and propositional speech. BIS Conference Report 34 (Cerebral Dominance; January 5, 1973), University of California, Los Angeles, February 1974, 15-16.

456. Van Lancker, D. & Fromkin, V. Lateralization of linguistic tone -- Evidence from Thai. BIS Conference Report 34 Cerebral Dominance; January 5, 1973), University of California, Los Angeles, February 1974, 17-18.

457. Van Wagenen, W.P. & Herren, R.Y. Surgical division of commissural pathways in the corpus callosum. Relation to spread of an epileptic attack. Arch. Neurol. Psychiat., 1940, 44, 740-759.

458. Varni, J.G., Doerr, H.O. & Franklin, J.R. Bilateral differences in skin resistance and vasomotor activity. Psychophysiology, 1971, 8, 390-400.

459. Vogel, W., Broverman, D.M. & Klaiber, E.L. EEG and mental abilities. EEG Clin. Neurophysiol., 1968, 24, 166-175.

460. Von Bonin, G. The pyramidal tract in phylogeny. In Widroe, H.J. (Ed.): Human behavior and brain function. C.C. Thomas, Sprinfield, Ill., 1975, 58-64.

461. Wallace, P. Complex enviroments: effects on brain development. Science, 1974, 185, 1035-1037.

462. Weisstein, N. & Harris, C.S. Visual detection of line segments: An object-superiority effect. Science, 1974, 186, 752-755.

463. Wittrock, M.C. The effects of verbal cues on transfer of training. University of California, Los Angeles. Los Angeles, 1965.

464. Wittrock, M.C. Teaching as operant conditioning (An essay review). The Educational Forum, 1969, 131-136.

465. Wittrock, M.C. & Carter, J.F. Generative processing of hierarchically organized words. American Journal of Psychology, 1975, 88, 3, 489-501.